Postverlagsort Leipzig

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

BEGRÜNDET VON A. BERLINER UND C. THESING

UNTER MITWIRKUNG VON

A. BUTENANDT, BERLIN-DAHLEM · P. DEBYE, BERLIN-DAHLEM · F. K. DRESCHER-KADEN, GÖTTINGEN · H. v. FICKER, BERLIN · R. GRAMMEL, STUTTGART
O. HAHN, BERLIN-DAHLEM · M. HARTMANN, BERLIN-DAHLEM · F. KÖGL, UTRECHT · M. v. LAUE, BERLIN · E. v. d. PAHLEN, POTSDAM
F. SAUERBRUCH, BERLIN · H. SPEMANN, FREIBURG I. BR. · H. STILLE, BERLIN · F. v. WETTSTEIN, BERLIN-DAHLEM

HERAUSGEGEBEN VON

FRITZ SÜFFERT

ORGAN DER GESELLSCHAFT DEUTSCHER NATURFORSCHER UND ÄRZTE
UND
ORGAN DER KAISER WILHELM-GESELLSCHAFT ZUR FÖRDERUNG DER WISSENSCHAFTEN

VERLAG VON JULIUS SPRINGER IN BERLIN W 9

HEFT 37 (SEITE 593—608) · 10. SEPTEMBER 1937 · 25. JAHRGANG

INHALT:

Gebirgsgrund und Grundgebirge. Von S. v. Bubnoff, Greifswald. (Schluß). (Mit 1 Figur) . . 593
Elektroakustische Musikinstrumente. Von Volker Aschoff. (Mit 5 Figuren) 598
Kurze Originalmitteilung:
Zur Deutung der elektrischen Quadrupolmomente der Atomkerne. Von Ugo Fano, Leipzig 602
Besprechungen:
Die Welt der Strahlen. Von P. Debye, U. Dehlinger, W. Friedrich, W. Kolhörster, H. Pfleiderer, W. Ramm, H. Schreiber, H. Wintz. Herausgegeben von Heinz Woltereck.
Zimmer, Karl G., Strahlungen, Wesen, Erzeugung und Mechanismus der biologischen Wirkung.
Hopf, Ludwig, Materie und Strahlung (Korpuskel und Feld). Verständliche Wissenschaft. Band XXX. (Ref.: Lise Meitner) 603
König, Albert, Die Fernrohre und Entfernungsmesser. 2. Auflage. (Ref.: A. Kühl) . . . 604
le Breton, Eliane, Signification Physiologique de L'Oxydation de L'Alcool Éthylique dans L'Organisme. (Ref.: M. Kobel) 604
Darlington, C. D., Recent Advances in Cytology. 2. Auflage. (Ref.: L. Geitler) . . . 605
Ein Handbuch der Kakaoerzeugnisse. Von K. Ludwigs 606

Der Bau der Erde

und die Bewegungen ihrer Oberfläche

Eine Einführung in die Grundfragen der allgemeinen Geologie

Von

Dr. **W. von Seidlitz**

Professor der Geologie und Paläontologie an der Universität Jena

Mit 54 Abbildungen. IX, 152 Seiten. 1932. Gebunden RM 4.80

(„Verständliche Wissenschaft", Band XVII)

Das Seidlitzsche Buch bringt dem Leser alles Wesentliche, was er zum Verständnis der Grundfragen der allgemeinen Geologie braucht. Wir lernen die Entstehung der Gesteine und Gebirge kennen, erfahren Grundlegendes über die Veränderung der Erdoberfläche im Verlauf der Geschichte unseres Planeten und werden mit diesen Dingen nicht nur durch einen leicht faßlichen Text, sondern auch durch ausgezeichnete Photos und sehr instruktive Schemazeichnungen vertraut gemacht. Das Buch steht auf der Höhe der letzten Forschungen des Spezialgebiets, ohne dabei von dem Leser das Verständnis des Vorgebildeten zu verlangen . . . *„Bücherwarte"*

VERLAG VON JULIUS SPRINGER IN BERLIN

Naturwiss.

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

erscheinen wöchentlich und können im In- und Auslande durch jede Sortimentsbuchhandlung oder jede Postanstalt bezogen werden. Preis vierteljährlich RM 9.60. Hierzu treten bei direkter Zustellung unter Kreuzband die Versandspesen bzw. beim Bezuge durch die Post die postalische Bestellgebühr. Einzelpreis dieses Heftes RM 1.— zuzüglich Porto. Die Mitglieder der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte, Studierende, ferner Ärzte in nicht vollbezahlter Stellung erhalten die Zeitschrift im Abonnement mit einem Nachlaß von 20%.

Manuskripte, Bücher usw. an

Die Naturwissenschaften, Berlin W 9, Linkstr. 22/24. erbeten.

Anzeigen werden von der Verlagsbuchhandlung angenommen. Die Preise wolle man unter Angabe der Größe erfragen. Letzter Annahme-Termin: 12 Tage vor Erscheinen der betreffenden Nummer.

Verlagsbuchhandlung Julius Springer, Berlin W 9, Linkstr. 22/24
Fernsprecher: 21 81 11.

Hochwertige Forschungs-Mikroskope
preisw., vielbegehrt u. glänzend beurteilt, mit erstkl. Wetzl. Optik d. Fa. Otto Seibert, der Jüngere, Wetzlar, Garantie, 3 Objekt., 4 Okul. (1/12 Oelimm.), Vergr. bis 2500 ×, große, mod. Stativform, Mikrophototubus, groß., runder, drehbarer Zentriertisch, Beleuchtungsapparat nach Abbe usw., komplett im Schrank **RM 180.—**. Ratenzahlung! Unverbindl. kostenlose Ansicht.
Dr. **Adolf Schröder, Kassel 81,** Optische Instrumente

Zur Zeit ist Anzeigen-Preisliste Nr. 4 gültig!

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

25. Jahrgang | 10. September 1937 | Heft 37

Gebirgsgrund und Grundgebirge.

Von S. von Bubnoff, Greifswald.

(Schluß[1].)

3. *Das Migmatitproblem.*

Ursprünglich betrachtete man die kristallinen Schiefer als Gesteine, welche unter besonderen Bedingungen in den ersten Stadien der Erdgeschichte gebildet wurden. Der klassischen Petrographie der Jahrhundertwende gelang dann eine Analyse dieser Gesteine, nämlich der Nachweis, daß innerhalb der kristallinen Schiefer sedimentäre Oberflächengesteine (suprakrustal) und plutonische Tiefengesteine (intrakrustal) unterschieden werden können (Para- und Orthogneise v. Rosenbusch-Sauer). Damit schwand aber auch die Notwendigkeit, für diese Gesteinsgruppe besondere (exzeptionalistische) Bildungsbedingungen anzunehmen, da nun die kristallinen Schiefer als umgewandelte (metamorphe) Gesteine erkannt waren, deren primärer Zustand keine besonderen Entstehungshypothesen erfordert, deren Unwandlung aber lediglich eine Funktion der Temperatur-Druck-Verhältnisse darstellt, unter welche das Gestein nach seiner Bildung geriet. Diese sind aber von der jeweiligen Tiefenlage in der Kruste abhängig, und damit führt die klassische Petrographie folgerichtig zu der Lehre von den Tiefenstufen, d. h. von der Abhängigkeit des Gesteinstypus (Fazies) und der Mineralvergesellschaftung (Paragenese) von der Tiefenlage gegenüber der Oberfläche während der Gesteinsumformung.

Mit der Lehre von den Tiefenstufen (Grubenmann, Becke) hatte die klassische Petrographie einen gewissen Abschluß erreicht, welcher aber die nun auftauchende Frage nach der Art der Umwandlung und nach den Ursachen der Homogenisierung ursprünglich verschiedener Gesteine durch die Metamorphose keineswegs restlos und eindeutig klärte. Hier wurden neue Methoden der Untersuchung notwendig, und man kann nun schon bald, gleichsam nebeneinander, die Entwicklung von 2 Betrachtungsweisen verfolgen, welche man als *statische* und *kinetische* bezeichnen kann. In diesem Abschnitt soll die statische Betrachtung besprochen werden, wobei indessen auf einige Fragen, z. B. auf die wegweisenden Studien Eskolas über Mineralfazies, nicht eingegangen werden kann.

Es war wiederum Sederholm, welcher, von der besprochenen Auftrennung der kristallinen Schiefer in magmatische und sedimentäre Ursprungsgesteine ausgehend, zu einer Synthese höherer Ordnung vorstieß, indem er, gestützt auf feldgeologische Beobachtungen, die Ansicht aussprach, daß zwischen den beiden Grundtypen der Ortho- (Eruptiv-) und Para- (Sediment-) Gneise Übergänge vorhanden sind, Mischgesteine mit eruptiven und sedimentären Komponenten: „Migmatite". Diese Auffassung stieß zunächst, und zwar gerade von Seiten der klassischen Petrographie, auf einen Widerstand, was methodisch durchaus erklärbar ist; denn es widersteht einem natürlich, das wieder zu vereinen, was man eben mühsam getrennt hat. Aber der feldgeologische Befund wurde bald eindeutig und unabweislich nicht nur in Skandinavien, sondern auch in den tiefer aufgeschlossenen Teilen der deutschen und überhaupt der mitteleuropäischen Gebirge.

Dabei muß man von vornherein 2 Typen der Mischung unterscheiden.

In einem Fall dringt eine glutflüssige Schmelze in die Fugen eines Gesteins ein (z. B. Spalten, Schichtflächen) und erstarrt darin. Es entsteht ein durchädertes Mischgestein, ein Adergneis (Arterit), in dem zwar die ursprüngliche sedimentäre Komponente umkristallisieren kann, aber beide Bestandteile doch deutlich getrennt bleiben. Solche manchmal sehr regelmäßigen „Blatt-für-Blatt"-Injektionen von Schmelzen ließen sich bald mit allen Übergängen in den vorkambrischen, kaledonischen und auch variscischen Gebirgen nachweisen, stellten aber an das räumliche und mechanische Verständnis keine allzu schweren Aufgaben, da sie ja im Grunde auch keine „Mischung", sondern eine mehr oder weniger grobe Verflechtung der beiden Komponenten herstellten.

Anders verhielt es sich mit der sehr viel weiter reichenden Behauptung, die auch schon frühzeitig von französischen Forschern aufgestellt wurde, daß der aus der Tiefe aufsteigende Schmelzfluß die ihm im Wege stehenden Gesteine aufschmilzt und aufzehrt, etwa vergleichbar einer Lötrohrflamme, oder diese Gesteine durchtränkt, etwa wie ein Ölfleck durch ein Gewebe aufzusteigen vermag. Die französischen Beispiele waren insofern ungünstig gewählt, als sie einem noch verhältnismäßig hohen Aufschlußniveau entnommen waren. Sie schienen zwar geeignet, die Frage der Raumschaffung zur Aufnahme der aufsteigenden Schmelzen zu beantworten, begegneten aber dem schwerwiegenden Einwand, daß eigentliche Übergänge zwischen Schmelze und Nebengestein bzw. eine mineralogische und chemische Veränderung der Schmelze, je nach dem aufgenommenen Material, nicht nachweisbar waren. Im Gegenteil: die Grenzen zwischen den Graniten, um die es sich dabei handelte, und dem Nebengestein waren meist scharf, und die Zusammensetzung der Granite war durchaus homogen. Der Beweis für weitgehende Aufschmelzung und Mischung konnte

[1] Vgl. Heft 36, S. 577.

in diesem oberflächennäheren Niveau nicht erbracht werden.

Anders war es wieder in dem tief entblößten Grundgebirge Skandinaviens. Hier konnte SEDERHOLM alle Stadien der Durchmischung nachweisen, angefangen von der Durchäderung (Arterite) über die Auflösung eines Gesteins in Brocken, Anschmelzung und Einbettung derselben in eine Schmelze (Agmatite), bis zur fast vollkommenen Auflösung in der Schmelze, in der nur gleichsam verschwommen die ursprünglichen Strukturformen hindurchschimmern (Nebulite). Die Beispiele für *Anatexis*, d. h. Wiederaufschmelzung oder Auflösung von schon fertigen Gesteinen, waren hier unabweislich. Die Anatexis beschränkt sich indessen natürlich nicht auf Sedimentgesteine, sondern kann sich auch auf Eruptiva erstrecken. SEDERHOLM hat Beispiele gebracht, daß ein erstarrter Granit, der von jüngeren Diabasgängen durchsetzt war, später wieder aufgeschmolzen wurde und nun den noch festgebliebenen Diabas durchädern konnte. In diesem Falle eines doppelten Werdeganges, d. h. einer Palingenese (SEDERHOLM) tritt die scheinbar paradoxe Möglichkeit auf, daß ein Gestein älter und dann doch wieder jünger sein kann als ein anderes. Ehe wir die eigenartigen, daraus hervorgegangenen Schlußfolgerungen betrachten, sei noch kurz auf den Vorgang der Mischung oder Migmatitbildung als solchen eingegangen (Fig. 9).

Fig. 9. Typen von Migmatiten.
Dunkel Sedimentgestein, *hell* Schmelze. *V* Venit = unregelmäßige Durchdringung; *Ar* Arterit = regelmäßige Durchdringung auf Schichtfugen (konkordante Injektion); *Ag* Agmatit = Brocken in der Schmelze schwimmend; *N* Nebulit = nebelhaft durchschimmernde Struktur; *P* Palingenit = vollkommen aufgeschmolzen und richtungslos-körnig; *D* Diapirit = in Faltenkerne eingepreßt.

Die Migmatite können auf verschiedene Weise zustande kommen, wobei betont werden muß, daß eine vollkommene Schmelzung des ursprünglichen Gesteins zwar gelegentlich verwirklicht, aber nicht unbedingt notwendig ist. Neben einem Eindringen von Schmelzflüssen (Intrusion) und einem „Einspritzen" von Lösungen in flüssigem oder gasförmigem Zustand (Injektion), kommt nach WEGMANN, dem wir eine gedankenreiche und wegweisende Studie über die Migmatite verdanken[1], noch eine dritte Art des Stoffaustausches in Frage, der von dem „Intergranularfilm", d. h. den Grenzflächen der Mineralkörner im Gestein ausgeht und bei dem die Wanderung der Stoffe nicht „in globo, sondern molekül- und atomweise" vor sich geht (WEGMANN). In diesen Grenzflächen herrscht eine gewisse Instabilität, die bei Steigerung der Atombeweglichkeit, d. h. der Temperatur, zu Reaktionen im Grenzfilm führen kann (Grenzflächenreaktionen). Hierbei kann eine Mineralart auf Kosten anderer wachsen, es kann auch infolge Konzentrationsgefälles und Temperaturgefälles eine Stoffwanderung eintreten, so daß eine stoffliche und mineralische Umwandlung des Gesteins einsetzt, ohne daß dieses je in einem flüssigen Zustand gewesen zu sein braucht. Daraus erklärt sich dann, daß bei einigen Migmatiten trotz vollkommener Umwandlung die ursprünglichen Strukturen des Gesteins noch hindurchschimmern; bei einer vollkommenen Verflüssigung wäre das kaum denkbar.

An sich kann also die Migmatitbildung als statischer Vorgang aufgefaßt werden in dem Sinne, daß bei dieser Mischung keine Ortsveränderung des ursprünglichen Gesteins stattzufinden braucht, ja daß sogar seine Strukturen wenigstens als „Zeichnung" erhalten bleiben. Die Zufuhr neuer Stoffe braucht nicht nur auf dem Wege der flüssigen oder gasförmigen Injektion zu erfolgen, sondern kann als molekularer Austausch im Intergranularfilm eingeleitet werden unter Ausnützung des Konzentrations- und Wärmegefälles, vielleicht auch elektrischer Ströme. Chemisch handelt es sich dabei vor allem um Basenaustausch, um Bindung von Alkalien durch Tonerde-, Magnesia- und Eisensilikate, Bindung der Basen durch Kieselsäure, Bindung von Wasser, Chlor und Fluorverbindungen usw. Man erhält auf diesem Wege neue Gesteine, welche unter Umständen normalen Eruptivgesteinen durchaus ähnlich sind, aber nicht einfach aus einem primären Magma auskristallisierten, sondern auf Mischung in einer der genannten Arten zurückgeführt werden können. Es braucht hierbei nicht eine vollständige Verflüssigung einzutreten, sondern es kann stets eine Mischung vorherrschender fester und in geringerer Menge vorliegender flüssiger Phasen vorhanden gewesen sein. Über dieses „Porenmagma" ist man besonders durch die bahnbrechenden Studien ESKOLAS über die Paragenese bestimmter Mineralien unterrichtet.

Die Voraussetzung ist also nur eine Zunahme der (molekularen) Beweglichkeit im Intergranularfilm, deren Ursache man vor allem in dem Ansteigen der Temperaturen zu suchen hat. Geologisch ist dabei besonders an die tiefe Versenkung mächtiger Sedimentfolgen in der Geosynklinale zu denken.

WEGMANN spricht in diesem Zusammenhange direkt von einer aufsteigenden oder absteigenden *Migmatitfront*, d. h. von der Grenzfläche dieser „Ultrametamorphose", unter der die Durchmischung eintritt, während über ihr eine nach oben abklingende Umwandlung zu beobachten ist. Die Migmatitfront scheidet also ein oberes Stockwerk (Oberbau WEGMANNS) von einem unteren (Unterbau WEGMANNS), welches zwar nicht flüssig zu

[1] Geolog. Rdschau **26**, H. 5 (1935).

sein braucht, aber infolge der größeren Beweglichkeit im Intergranularfilm doch nach WEGMANN einen „makroplastischen" Zustand besitzt.

Unterhalb der Migmatitfront werden also keine normalen Sedimente bestehen bleiben. Sie werden gleichsam durch die Mischung getarnt, und zwar bis zu einer Umwandlung in ein scheinbar einheitlich-homogenes Tiefengestein.

Die Anatexis der Gneise und älteren Eruptivgesteine braucht dabei infolge ihrer weitgehenden Identität mit der Schmelze kaum besonders erwähnt zu werden; nur sei vermerkt, daß die Aufschmelzung von basischen Gesteinen meist höhere Temperaturen erfordert und diese daher noch gelegentlich in einer migmatisierten Umgebung erhalten bleiben, was zu einer Art Auslese führt. Was die Sedimente angeht, so ist heute die Umwandlung der Pelite (d. h. der sehr feinkörnigen Trümmergesteine und der Tone) zu granitähnlichen Migmatiten ziemlich allgemein anerkannt; sie beruht auf einer Bindung des Aluminium- und Kieselsäure-Überschusses durch zugewanderte Alkalien und zum Teil auch Erdalkalien. Schwieriger ist die Ultrametamorphose der Quarzsandsteine und karbonatischen Gesteine zu deuten, und gerade ihre Seltenheit im alten Gebirge hat vielfach zu der Vorstellung besonderer, exzeptionalistischer Bedingungen in der Urzeit geführt. In bezug auf die Quarzite hat BACKLUND neuerdings (a. a. O.) die Möglichkeit einer migmatitischen Umwandlung in gewisse feinkörnige Gneise (Leptite z. T.) und vielleicht auch in Granulite aufgezeigt. Die Vorherrschaft gewisser Gneise, sog. Hälleflinten, d. h. alter Ergußgesteine, in den Svekofenniden wäre danach gleichsam eine Auslese derjenigen Gesteine, welche der Migmatisierung stärker widerstanden. In dem wechselnden Chemismus, besonders in bezug auf die Alkalien, äußert sich aber der auch hier wirksame Stoffaustausch. Was die Kalksteine angeht, weist BACKLUND mit Recht darauf hin, daß dieselben ja beim Hochofenprozeß gerade als Flußmittel, d. h. als Mobilisierungsmittel dienen und im Verlauf des Prozesses spurlos in der silikatischen Schlacke verschwinden. Eine Parallele zur Migmatitbildung liegt nahe, und BACKLUND glaubt, entsprechend einige scheinbar homogenen Tiefengesteine (Granodiorite Grönlands u. a.) als Migmatite karbonatischer Sedimente auffassen zu können.

Das Ergebnis dieser Betrachtung wäre also zunächst, daß die Sedimente unterhalb der Migmatitfront einer Umwandlung oder Tarnung und einer Auslese ausgesetzt waren. Das Bild ist hier gleichsam verfälscht und beweist nichts im Sinne einer Unvergleichbarkeit dieser ältesten Sedimente mit den Sedimentzonen und Typen der oberen Aufschlußniveaus in jüngeren Faltengebirgen (BACKLUND). Rein statisch betrachtet, liegt unter dem oberen unveränderten Stockwerk eine Übergangszone und darunter die Migmatitfront. Die Übergangszone ist durch einen gewissen Grad der Metamorphose, welche aber nicht bis zur Migmatitbildung fortschreitet und die primären Texturen der Gesteine verschont, ausgezeichnet. Sie ist zum Teil mit dem identisch, was wir als Zone der Regionalmetamorphose in allen Faltengebirgen, vor allem in den Metamorphiden und Zentraliden, kennen, wo sie anscheinend besonders hoch gegen die Oberfläche ansteigt. Sie ist vom Bau insofern unabhängig, als sie verschiedene Elemente des Gebirges und der Schichtenfolge erfassen kann und auch zeitlich die tektonischen Hauptbewegungen überdauert, wie neuere Arbeiten in den Alpen (SANDER, RUEGER) und den Variscicden (BEDERKE) zeigen. Das dürfte in vollem Umfange auch für die Migmatitfront gelten, welche demnach zeitlich und mechanisch unabhängig von den tektonischen Bewegungen in verschiedene mechanische Abschnitte des Gebirges eingreifen und sie „tarnen" kann. Während das durch sie begrenzte untere Stockwerk aber in den Alpiden unter dem Aufschlußniveau liegt, in den Variscicden und Kaledoniden nur gelegentlich entblößt ist, ist es heute in den Kareliden und Svekofenniden an der Oberfläche weitgehend aufgeschlossen. Daraus lassen sich die Unterschiede dieser Gebiete gegenüber jüngeren Faltengebirgen und ihre scheinbar paradoxen Verhältnisse weitgehend erklären.

Aus diesen Überlegungen ergeben sich aber zwei weitere wichtige Schlüsse:

Erstens ist es unwahrscheinlich, daß die erste, unter besonderen Bedingungen gebildete Erstarrungskruste der Erde überhaupt noch irgendwo in ihrem ursprünglichen Zustande erhalten ist, da sie wohl überall auf der Erde irgendwann in den Bereich der Migmatitfront einbezogen worden ist;

zweitens erhebt sich die Frage, ob die Schmelzen, welche wir in und auf der Kruste in erstarrtem Zustande als Plutonite (Tiefengesteine) oder Vulkanite (Erstarrungsgesteine) kennen, wirklich, wie man noch meist annimmt, aus einer tiefen, schmelzflüssigen, subkrustalen Schale der Erde stammen, oder ob sie gleichsam synthetische Neubildungen sind, welche innerhalb der Kruste durch Migmatisierung entstanden und dann, aus noch zu erörternden Gründen, nach oben verfrachtet oder gepreßt wurden.

Selbstverständlich darf eine solche Behauptung nicht verallgemeinert werden. Mit vollkommenem Recht betont ESKOLA, daß es neben der Mischung auch die schon lange bekannte Entmischung ursprünglich homogener Schmelzen gibt, und daß eben auf dieser Entmischung manche Erscheinungen plötzlichen oder allmählichen Gesteinswechsels beruhen, welche man gelegentlich zu Unrecht als teilweise Aufschmelzung mit „unverdauten" Relikten älterer Gesteine betrachtet. Die Kriterien sind hier durchaus nicht immer einwandfrei, doch ist an dem Vorhandensein palingener, d. h. zunächst erstarrter und dann neu aktivierter Schmelzen heute kaum noch zu zweifeln. Wir treten damit aber schon aus dem Bereich der rein statischen Prozesse heraus, und es scheint mir, daß ein

Stoffaustausch im Intergranularfilm dabei nicht ausreicht, daß vielmehr solche Prozesse ohne weitgehende Verflüssigung kaum möglich sind.

4. Die Bewegungsvorgänge der Tiefen.

Die statische Betrachtung der Gesteinsmetamorphose erfaßt offenbar nur einen Teil des Problems. Gerade die genaue Analyse der jüngeren Faltengebirge hat gezeigt, daß das Feingefüge der Gesteine in den inneren Zonen (Metamorphiden, Interniden) durch die tektonische Bewegung vielfach umgeprägt worden ist. Die bis ins Korngefüge, ja darüber hinaus bis in den Gitterbau der Kristalle eingreifenden Teilbewegungen schaffen den besonderen Typus der Tektonite oder durchbewegten Gesteine, zu dem ein beträchtlicher Teil der kristallinen Schiefer zu rechnen ist. Es sind besonders die Untersuchungen SANDERS, welche uns über diese kinetische Metamorphose unterrichtet haben. Diese kinetische Metamorphose braucht mit der statischen Veränderung weder zeitlich noch räumlich kongruent zu sein. Insbesondere kann man, im Anschluß an SANDER, drei mögliche Beziehungen unterscheiden:

1. Präkristalline Deformation, die mechanische Durchbewegung fand vor der statischen Metamorphose bzw. vor der Einbeziehung in die aufsteigende Migmatitfront statt. Innerhalb derselben werden die mechanischen Fugen verwischt bzw. zu mechanisch ungültigen Vorzeichnungen (Nebulite) verwandelt; außerhalb, d. h. in der Übergangszone der Regionalmetamorphose, können sie durch Abbildungskristallisation (SANDER) betont werden.

2. Parakristalline Deformation, Durchbewegung während des Aufsteigens und im Wirkungsbereich der Migmatitfront. Offenbar wird die Erscheinungsform innerhalb der Migmatitfront, d. h. des statischen mobilisierten Gefüges anders sein als außerhalb. Wieweit für diese während der Umkristallisation mechanisch deformierten Gesteine der Name Schmelztektonite (SANDER) anwendbar ist, soll hier nicht untersucht werden. Der Ausdruck scheint mir noch einer genaueren Begriffsbestimmung zu bedürfen.

3. Postkristalline Deformation, Durchbewegung bei absteigender Migmatitfront und außerhalb ihres Bereiches. Der Prozeß führt in gewissem Sinne zu einem Abbau der kristallinen Schiefer (Diaphtorite von BECKE u. F. E. SUESS).

Für diese 3 Typen hat SANDER exakte Untersuchungskriterien ausgearbeitet. Es ist daraus schon klar, daß sich statische und kinetische Metamorphose überschneiden und nicht unbedingt parallel laufen. Letzten Endes hängen sie natürlich doch ursächlich zusammen, wobei es noch unentschieden ist, ob z. B. das Aufsteigen der Migmatitfront durch (tektonische) Versenkung von Krustenteilen oder durch Wärmespeicherung etwa beim radioaktiven Zerfall (HOLMES) zustande kommt. In jedem Fall wird eine Bewegung der Migmatitfront das vorhandene Gleichgewicht stören (Volum- und Dichteänderung, Änderung des Aggregatzustandes usw.) und damit zur Auslösung von Bewegungen beitragen können. Diese Bewegungen werden sich aber innerhalb der Migmatitfront (d. h. in einem zum mindesten bildsameren Bereich) anders abbilden als außerhalb, und damit wird die Migmatitfront, d. h. die Grenze von unterem und oberem Stockwerk, zu einer der wichtigsten Bewegungsflächen im Gebirge, zur eigentlichen Grenze des Fundamentes oder Gebirgsgrundes. Diese Grenze ist aber erstens eine sekundäre Grenze und kann ältere Gesteins- und Zonengrenzen verschiedener Art und Entstehung überschneiden. Zweitens liegt sie nicht fest, sondern stellt eine Resultante der jeweiligen, von unten vorrückenden Wärmefront und der von oben vorrückenden Abkühlungsfront dar. Es werden also im Laufe des gesamten Prozesses der Gebirgsbildung (den ich nicht auf die Bewegungsmetamorphose = Tektogenese beschränke, sondern auf die gesamte Entwicklung von der Geosynklinale bis zum Aufstieg des fertigen Gebirges in toto erweitern möchte) Teile des oberen Stockwerkes ins untere und umgekehrt herüberwechseln. *Grundgebirge* wäre also das, was irgend einmal zum Gebirgsgrund oder mindestens zur Übergangszone gehört hat.

Bei der Störung des mechanischen Gleichgewichtes ist es von vornherein unwahrscheinlich, daß die Migmatite unter dieser Grenze in Ruhe verharren. Öffnen sich im oberen Stockwerk Spalten, so werden die flüssigen und gasförmigen Phasen, welche in jedem Migmatit vorhanden sein müssen, nach oben zu entweichen beginnen und damit die Durchäderung der Übergangszone — die Arteritbildung als erstes Stadium der vorrückenden Migmatitfront — einleiten. Dadurch wird aber eine Entmischung des Migmatites beginnen, die wiederum zu Bewegungen (Konvektionsströmungen, Konzentrationsgefälle) der Migmatite führen — es beginnt die Palingenese. Steigert sich nun die mechanische Beanspruchung des oberen Stockwerkes, so wird der palingenetische, d. h. mehr oder weniger plastische und mobilisierte Migmatit in größeren Mengen in die Grenzfläche bzw. in die großen Bewegungsflächen des oberen Stockwerkes eingepreßt, wobei sein Gefüge durch die Bewegung geregelt wird. Es entstehen die syntektonischen Tiefengesteinsmassen von parakristalliner Deformation, wie wir sie aus den inneren Zonen (besonders aus den Metamorphiden und Zentraliden) aller großen Faltengebirge kennen. Eine solche Durchbewegung mit konkordanter Abbildung in der palingenen, eingepreßten Masse (Palingenite BACKLUNDS) und ihrem Nebengestein ist im allgemeinen nur bei vorrückender Migmatitfront und verhältnismäßig geringen Plastizitätsunterschieden denkbar. Sie ist nach WEGMANN ein Kennzeichen der Übergangszone zwischen unterem und oberem Stockwerk. Höher oben und bei rücksinkender Migmatitfront sind die Plastizitätsunterschiede zwischen Palingenit und Nebengestein größer; das letztere

wird nicht im Kleingefüge, sondern in toto bewegt, und die Verhältnisse ähneln, wie schon STILLE vor einigen Jahren bemerkte, dem Aufstieg des Salzes in den Salzdomen Norddeutschlands und anderer Gebiete. Die plastische Salzmasse „durchspießt" längs steiler, diskordanter Fugen das Nebengestein, wie eine aus einer Tube ausgedrückte Paste. Der Palingenit wird in diesem Stadium und Niveau zu einem „Diapirit" (WEGMANN, BACKLUND, nach pli diapir = Durchspießungsfalte). Diesen Charakter haben die „Spätgranite" der Faltengebirge, die „Plutone" des Schwarzwaldes, Bayerischen Waldes, der Sudeten (Riesengebirge, Lausitz, Strehlen) usw., deren Mechanismus vor allem durch die Untersuchungen von CLOOS klargelegt wurde (Fig. 9).

Das Wesen dieser Auffassung besteht darin, daß die sog. erstarrten Schmelzen, welche im Gebirgsgrund und in der Übergangszone der Faltengebirge angereichert sind, nicht oder wenigstens zu einem Teil nicht aus einer tieferen schmelzflüssigen Schale der Erde zugeführt wurden, sondern das Produkt der Umwandlung (Mischung und Anatexis) des Gebirgsgrundes selbst darstellen. Im Schwarzwald habe ich 1923 und 1928 darauf hingewiesen, daß die dort auftretenden karbonischen Granite, welche nach der neueren Terminologie als syntektonische Palingenite und Diapirite aufzufassen wären, chemisch den viel älteren Schwarzwaldgneisen durchaus gleichen. In den Grenzgebieten beider beobachtet man eine oft sehr weitgehende Durchäderung der Gneise durch Granit (Arteritbildung), und ich habe daher schon damals vermutet, daß diese Durchäderung nach der Tiefe in einen Migmatit übergehen dürfte, zumal da NIGGLI schon früher das Vorkommen karbonischer Mischgesteine im Schwarzwalde wahrscheinlich machte. Ich faßte also schon damals die karbonischen Granite als umgeschmolzene und mobilisierte Teile der Gneisunterlage auf, was sich in den Rahmen der hier mitgeteilten älteren und neuen skandinavischen Erfahrungen durchaus einfügt (SEDERHOLM, WEGMANN, ESKOLA, BACKLUND). Mit ESKOLA möchte ich allerdings annehmen, daß eine Deutung *aller* Tiefengesteine als Migmatite abwegig wäre. Daß es Granite (und andere Gesteine) gibt, welche aus der Differentiation eines Urmagmas oder Restmagmas mittlerer Zusammensetzung entstanden, daß insbesondere überhaupt Prozesse der Sonderung der Schmelzen durch Schwere und Bewegung neben der Mischung eine große Rolle spielen, ist doch wahrscheinlich. Eine Verfolgung der Differentiationsprozesse ist hier indessen nicht beabsichtigt und auch nicht notwendig, da sie sehr wohl neben der Migmatisierung einhergehen können und diese keineswegs ausschließen. Betrachtet man nun die Migmatisierung als gegeben, so sind Aufschmelzung und Fortführung des geschmolzenen Materials, d. h. Anatexis und Palingenese, gewissermaßen Abbauerscheinungen des Gebirges an seiner Unterseite und damit gewissermaßen der Erosion oder allgemeiner der Zerstörung an der Oberfläche analog. Diese Beziehung wird besonders bedeutsam, wenn man sich der Isostasie der Erdkruste erinnert, d. h. der Tatsache ihres Schwimmens auf einer schwereren Unterlage. Die isostatische Gleichgewichtslage erfordert, daß unter hoch aufragenden Gebirgen auch der „Sockel" der leichteren (sialischen) Gesteine tiefer in das Substrat eintaucht. Je höher ein Gebirge emporgepreßt wird, um so tiefer muß es auch in die Unterlage hinabreichen. Was nun an der Oberfläche hoch aufragt, unterliegt in steigendem Maße der Auflockerung durch physikalische oder chemische Einflüsse der Atmosphäre und dem Abtransport des gelockerten Materials durch Gravitationsströme (Wasser, Gletscher, Wind). Was dagegen zu tief hinabreicht, unterliegt der Neumobilisierung jenseits der Migmatitfront und dem Abtransport, der in diesem Falle nur nach oben erfolgen kann, da unten spezifisch schwereres Material lagert. Die Palingenese der Migmatite ist ja letzten Endes nichts anderes als dieser Abtransport, gleichviel ob er durch thermischen Ausgleich, Konzentrationsgefälle, tektonische Pressung oder Isostasie (Schwereschichtung) in Bewegung gesetzt wird. Wie man in den Sedimenten der Geosynklinale, in dem Flysch und in der Molasse Produkte des Abbaus der Oberfläche durch die Atmosphäre in verschiedenen Phasen der Gebirgsbildung erkennt, so sind die Früh-, Mittel- und Spätgranite des Gebirgsgrundes gleichsam *Abbauprodukte des Sockels durch die Migmatitfront* und tragen positionell, strukturell und zum Teil auch chemisch entsprechend verschiedenes Gepräge. Ein Vergleich von Gebirgen ist demnach auch mit Hilfe dieser „Abbauprodukte der Tiefen" möglich.

Die positionelle Vergleichbarkeit erfordert noch eine kurze Erläuterung. Die Palingenite und Diapirite, d. h. diejenigen Migmatite, welche eine Ortsveränderung durchgemacht haben, folgen oft den großen Bewegungsflächen des Gebirges, welche Bereiche geringeren Widerstandes sind und zugleich ja oft Zonegrenzen darstellen. Diese Bewegungsflächen werden damit zu von unten verheilenden Narben, genau so, wie sie oberflächlich Furchen darstellen, welche durch Innenmolasse „zugestopft" werden.

In dieser Hinsicht ist es wichtig, daß größere Massen von Palingeniten und Diapiriten oft an der Grenze von alten eingeschalteten Massiven (Zwischengebirgen) und normalen Faltenzügen der Interniden liegen, wo auch die Innensenken häufig ihren Platz haben. Ja, die Diapirite ragen sogar noch oft in die Innenmolasse hinein. Die alten Massive sind aber oft die stärksten vertikalen Ausstülpungen (nach oben und unten) der Faltengebirgsstränge und auch ihrem Chemismus nach den Magmen von granodioritischem Typus am nächsten. Kein Wunder, daß gerade sie besonders stark der Anatexis und Palingenese unterliegen, daß an ihren Rändern die syn- und posttektonischen Granite aufgehäuft sind und daß in ihrem Inneren,

in tiefen Aufschlußniveaus, wie Fennoskandia sie bietet, die Entscheidung, ob ein altes Massiv oder ein im späteren Zyklus gebildeter und wieder erstarrter Migmatit vorliegt, oft sehr schwer fällt. Nach dem Gesagten muß ja der Unterschied auch unterhalb der Migmatitfront verschwinden. Dieses in den Varisciden vermutete, in den Svekofenniden nachprüfbare Postulat führt uns nochmals vor Augen, daß man bei Gebirgsvergleichen eben auch die Aufschlußtiefe berücksichtigen muß. Es werden dann scheinbar in höheren Niveaus alte Massive, in tieferen palingenetisch bewegte oder an Ort und Stelle wieder erstarrte, scheinbar jüngere Migmatite vorwiegen, die letzten Endes beide dasselbe Ursprungsmaterial, aber in verschiedener Formung und Durchbewegung, enthalten. Die Zwischengebirge können in der Tiefe verschwinden: sie sind aufgeschmolzen und „zerflossen".

Aus dieser Folgerung ergibt sich eine große Schwierigkeit in der Deutung: da die Migmatitfront wandert und dabei den Gesteinsgrenzen und tektonischen Zonengrenzen keineswegs parallel zu gehen braucht, so kann innerhalb desselben Gebirges ein und dasselbe Gestein, z. B. ein vor der betreffenden Gebirgsbildung entstandener und verfestigter Gneis, in dreierlei Form vorliegen: 1. als altes „Massiv" innerhalb des oberen Stockwerkes, 2. als Migmatit innerhalb der einstmaligen Migmatitfront, d. h. stofflich und strukturell verändert, aber unter Beibehaltung seiner Ortsstellung, 3. als aus der Front unter dem Einfluß tektonischer Bewegungen ausgewanderter Palingenit oder Diapirit, im oberen Stockwerk und in der Übergangszone. Im ersten Fall erscheint er älter als die Umgebung, im zweiten gleich alt, im dritten jünger, obwohl es sich bei ihm und bei der Umgebung an sich um die gleichen Gesteine handeln kann. Dieses paradoxe Verhältnis beruht eben darauf, daß man zwischen dem Stoff, seiner ersten Formung und Ortsstellung und seiner statischen und kinetischen Umformung unterscheiden muß. Daraus ist vor allem zu erklären, daß die Altersfolge der Grundgebirgsgesteine in Skandinavien noch heute vielfach ungeklärt ist und zu Kontroversen führt. Mit der Anerkenung der Sederholmschen Palingenese, d. h. der Mobilisierung oder Aktivierung schon erstarrter Gesteine, wird diese Schwierigkeit, die natürlich nur den tieferen, gelegentlich in die Migmatitfront einbezogenen Sockel betrifft, unvermeidlich.

Offenbar kann der feldgeologische Befund diese Fragen allein für sich genommen nicht immer befriedigend beantworten. Für die Lösung ist die von Sander und Schmidt eingeführte Gefügeanalyse und Gefügestatistik von Bedeutung, die ja schon für die Unterscheidung des Altersverhältnisses von Kristallisation und Deformation eine Rolle spielt. Das kann hier nur angedeutet werden. Wichtig ist dabei die „Regelung des Gefüges", d. h. die räumliche, statistisch festgestellte Anordnung der Mineralkörner im Gestein, welche die Bewegungen während des Transports und der Erstarrung abbildet. Das alte Gefüge, die bevorzugten Richtungen, welche in einem alten Massiv noch deutlich hervortreten, können bei statischer Umformung noch als Vorzeichnungen erhalten bleiben, wobei ihre Bedeutung als Bewegungsspuren beim Transport immer mehr schwindet. Bei aktivierten Migmatiten (Palingeniten), die also einem neuen Transport ausgesetzt waren, werden sie höchstens als Reliktstrukturen gelegentlich erhalten bleiben, je nach der Länge und Geschwindigkeit des Transports immer mehr von neuen Strukturen überprägt, welche die Richtungen des letzten Transports bzw. der letzten Umformung abbilden. Dieser Weg ist sehr mühsam, doch zeigen Arbeiten von Sahama in Finnland, von Backlund und seinen Schülern in Uppsala und auch einige Greifswalder Arbeiten in Südskandinavien, daß er nicht aussichtslos ist. Die Ergebnisse haben, wie zu erwarten, nicht die klare Eindeutigkeit der von Sander u. a. in den alpinen kristallinen Schiefern gewonnenen Ergebnisse. Immerhin zeigen auch die scheinbar „richtungslosen" Tiefengesteine des skandinavischen Sockels deutliche Regelungen, und zwar sowohl nach dem letzten Bewegungsplan bei der endgültigen Erstarrung, als auch Reliktstrukturen früherer Phasen.

Die Auseinandersetzung mit diesen noch weitgehend ungeklärten Fragen ist nicht der Zweck dieses Aufsatzes. An Hand der vor allem von skandinavischen und finnischen Forschern erzielten Ergebnisse sollte hier nur gezeigt werden, in welcher Richtung heute ein Vergleich der verschiedenaltrigen Gebirge der Erde möglich ist, welche Aussichten man hat, aus den sichtbaren Teilen der Gebirge auf ihre Fortsetzung in die Tiefe, auf den „Gebirgsgrund" zu schließen und wie sich dieser Gebirgsgrund zu dem verhält, was wir als „Grundgebirge" zu bezeichnen pflegen.

Elektroakustische Musikinstrumente.

Während bis vor etwa 50 Jahren im Musikinstrumentenbau ausschließlich schwingungsfähige feste Körper oder bestimmt begrenzte Lufträume als zur Erzeugung musikalischer Klänge geeignete Bauelemente benutzt wurden, sind in neuerer Zeit eine ganze Reihe von Versuchen unternommen worden, auch elektrische Hilfsmittel zur Klangerzeugung nutzbar zu machen. Über die verschiedenen hierbei gegebenen Möglichkeiten elektroakustischer Schwingungserzeugung soll im folgenden kurz berichtet werden, ohne im einzelnen auf die Bauformen der verschiedenen Instrumentarten einzugehen. Ausführliche Zusammenstellungen praktisch ausgeführter elektroakustischer Musikinstrumente sind in dem Buch von Lertes[1] und den Aufsätzen von Vierling[2] und Janovsky[3] zu finden.

[1] P. Lertes, Elektrische Musik. Dresden u. Leipzig 1933. (Mit ausführl. Literaturverzeichnis.)

[2] O. Vierling, Das elektrische Musikinstrument. Z. VDI **76**, 625 (1932).

[3] W. Janovsky, Elektrische Musikinstrumente. Elektrotechn. Z. **54**, 675 (1933).

Allgemeine Aufgaben eines Musikinstrumentes.

Die Erzeugung akustischer Schwingungen, die als musikalische Klänge wahrgenommen werden, unterliegt einigen allgemeinen Gesetzmäßigkeiten, die zur Erleichterung des Verständnisses der elektroakustischen Klangerzeugung einleitend zusammengestellt werden sollen.

Ein Musikinstrument ist, physikalisch betrachtet, eine Vorrichtung zur Erzeugung und akustischen Abstrahlung musikalischer Klänge. Es hat zwei Aufgaben zu erfüllen: Die Erzeugung ungedämpfter oder gedämpft abklingender Schwingungen von bestimmter Tonhöhe und die Abstrahlung dieser Schwingungen als Schallwellen bestimmter Klangfarbe und Lautstärke. Die Tonhöhe wird durch die Schwingungszahl des Grundtones, die Klangfarbe durch die Zahl und Größe der in der akustischen Schwingung zusätzlich enthaltenen Obertöne bestimmt. Schwingungserzeugung und akustische Abstrahlung können an sich von ein und demselben schwingungsfähigen Gebilde bewerkstelligt werden, wie dies etwa bei Glocken oder bei dem Gong der Fall ist. Bei der Mehrzahl der Musikinstrumente finden sich dagegen mehrere schwingungsfähige Systeme, die derart miteinander gekoppelt sind, daß für die Schwingungserzeugung sowohl wie für die Abstrahlung jeweils besonders geeignete Einzelelemente benutzt werden. So dient z. B. bei Saiteninstrumenten eine angezupfte, angeschlagene oder angestrichene gespannte Saite zur Erzeugung mechanischer Schwingungen, die über einen Steg einem Resonanzkörper zugeführt und von diesem als Schallwellen abgestrahlt werden.

Während die Tonhöhe einer Schallschwingung durch den Schwingungserzeuger allein bestimmt wird, haben auf ihre Klangfarbe alle in einem Instrumente vereinigten schwingenden Systeme einen mehr oder weniger großen Einfluß. Die die Klangfarbe bedingende Zusammensetzung eines Klanges aus seinen Teiltönen kann bestimmten Gesetzmäßigkeiten gehorchen; so strahlen gedackte Pfeifen neben dem Grundton nur ungradzahlige Teiltöne ab; hier liegt die Gesetzmäßigkeit in der Ordnungszahl der Obertöne. Gesungene Vokale sind durch Teiltöne einer bestimmten Tonhöhe gekennzeichnet, die als Formant des Vokales bezeichnet werden; hier liegt die Gesetzmäßigkeit in der absoluten Schwingungszahl der Teiltöne. Auch können beide Arten in der Gesetzmäßigkeit der Teiltonzusammensetzung gemeinsam auftreten: bei Saiteninstrumenten kann die Ordnungszahl der Teiltöne durch die Wahl des Erregungspunktes der Saite beeinflußt werden und es können Formanten durch die besonderen Eigenschaften des Resonanzkörpers bedingt sein.

Neben der Tonhöhe und der Klangfarbe spielen bei musikalischen Klängen die Ausgleichsvorgänge, vor allem die Dauer und die Art der Entstehung eines Klanges bis zum Erreichen seines schließlichen stationären Wertes eine sehr wesentliche Rolle. Oft tragen die Anklänge mehr als die Klangfarbe des stationären Klanges zur Charakterisierung eines Musikinstrumentes bei. Dauer und Verlauf der Ausgleichsvorgänge wird durch die Art der Schwingungserregung und die Dämpfung der einzelnen schwingenden Systeme bestimmt; von den angeschlagenen Klängen eines Klaviers bis zu den langsam anschwellenden Klängen der Orgelpfeifen bestehen eine große Zahl verschiedener Formen der Ausgleichsvorgänge, die die klangliche Eigenart der einzelnen Instrumententypen mitbestimmen.

Ziel der elektroakustischen Klangerzeugung.

Aus den allgemeinen Eigenschaften musikalischer Klänge und den Grundprinzipien ihrer Erzeugung, die in den einleitenden Zeilen zusammengestellt sind, ergeben sich die physikalischen Ziele einer Neu- oder Weiterentwicklung der zur Klangerzeugung benutzten Geräte. Während bei fast allen heute gebrauchten Musikinstrumenten die Tonhöhe in mehr oder weniger weiten Grenzen teils stetig, teils stufenweise verändert werden kann, ist bei ihnen eine Beeinflussung der Klangfarbe und der Ausgleichsvorgänge nur in engen Grenzen möglich. In dem Wunsch, neben der Tonhöhe und Lautstärke auch diese Eigenschaften musikalischer Klänge in weitem Umfange willkürlich ändern zu können, also neue und variable Klangfarben und Ausgleichsvorgänge zu schaffen, ist der wesentliche Grund für die mannigfaltigen Versuche elektrischer Klangerzeugung zu suchen. Daneben tritt als ein gänzlich anders geartetes Ziel der Wunsch nach Entwicklung von Instrumenten auf, die in der Lage sind, schon bekannte Klänge mit geringem Aufwand oder mit erheblich größerer Schalleistung als mit den bisher gebräuchlichen Instrumenten hervorbringen zu können. Während vielfach bei den ausgeführten elektrischen Musikinstrumenten beide Ziele gleichzeitig angestrebt wurden, sind eine Reihe von Apparaturen auch ausschließlich nur für den einen oder den anderen der beiden genannten Zwecke entwickelt worden.

Elektrische Klangerzeugung.

Auch bei elektrischen Anordnungen zur Erzeugung musikalischer Klänge müssen die schon genannten beiden Aufgaben der Schwingungserzeugung und der Schallabstrahlung erfüllt werden. Zur Schallabstrahlung bedienen sich die elektrischen Instrumente in fast allen Fällen der vom Rundfunk her bekannten Verstärker- und Lautsprecherelemente; sie unterscheiden sich im wesentlichen in diesem Punkte weder untereinander noch von den Rundfunkgeräten. Um so mannigfaltiger sind dafür die Wege, die bisher zur Erzeugung der Schwingung und Regelung der Klangfarbe bei der Entwicklung der elektrischen Musikinstrumente eingeschlagen wurden. Man kann die verschiedenen Lösungsversuche in 4 Gruppen einteilen, deren besondere Merkmale im folgenden kurz besprochen werden sollen.

Umlaufende Generatoren: Die ursprünglich nächstliegende Art der Erzeugung elektrischer Schwingungen war die Benutzung der auch sonst üblichen rotierenden Wechselstromgeneratoren, deren Drehzahlen und Polanordnungen so aufeinander abgestimmt wurden, daß Wechselströme von der Frequenz der einzelnen Töne der temperierten Skala entstanden. Die Klangfarbe der zur Abstrahlung gelangenden Schwingungen wird durch willkürliche Zusammensetzung aus Teiltönen, d. h. durch Zusammenschalten von Generatoren, deren Frequenzen sich wie ganze Zahlen verhalten, gebildet. Diese Anordnung erfordert eine sehr große Zahl von Generatoren, da für jeden Klang deren mehrere, für eine Oktave ein der Zahl der gewünschten Teiltöne entsprechendes Vielfaches von 12 notwendig sind. Scheut man diesen Aufwand nicht, so lassen sich auf diese Weise eine beliebig große Zahl von verschiedenen Klangfarben synthetisch zusammensetzen (Fig. 1).

Einfacher ist eine Anordnung, bei der für jede Tonhöhe nur ein Generator notwendig ist und die Kurvenform der Generatorspannung durch besondere Ausbildung der Polschuhe verzerrt wird; jedoch ist hier die Variationsmöglichkeit der Klangfarbe gering, da die Verzerrung der Generatorspannung nur ungradzahlige Teiltöne liefert, deren Amplituden zudem mit zunehmender Ordnungszahl schnell abnehmen (Fig. 2). Sehr viel mehr Obertöne liefert eine Abart der um-

laufenden Generatoren, die Lichtsirene, bei der ein auf eine Photozelle fallender Lichtstrahl durch umlaufende Lochscheiben rhythmisch unterbrochen wird. Die Frequenz der im Photozellenkreis entstehenden elektrischen Schwingung ist von der Zahl der Löcher und der Drehzahl der Scheibe abhängig. Die rhythmische Unterbrechung des Lichtstrahles ergibt eine sehr obertonreiche Kurvenform der Schwingungen; die Beeinflussung der Klangfarbe geschieht hier durch Aussieben der gewünschten Teiltöne in den Übertragungsorganen zum Lautsprecherverstärker (Fig. 3).

Der Vorteil der umlaufenden Generatoren ist die absolute Frequenzkonstanz bei Antrieb der Wellen durch Synchronmotoren, ihr Nachteil der große notwendige Aufwand und die umständlichen Übersetzungsgetriebe zur richtigen Abstufung der Drehzahlen. Die Benutzung umlaufender Generatoren zur Klangerzeugung fällt in die erste Entwicklungszeit der elektrischen Musikinstrumente kurz nach der Jahrhundertwende; in neuer Zeit hat nur die Lichtsirene einige Bedeutung behalten können.

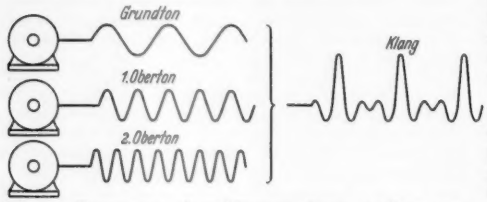

Fig. 1. Erzeugung eines Klanges durch Aufbau aus einzelnen Teiltönen.

Fig. 2. Erzeugung eines Klanges durch Verzerrung der Generatorspannung; die gezeichnete Spannung enthält im wensentlichen nur den 1. und 3. Teilton.

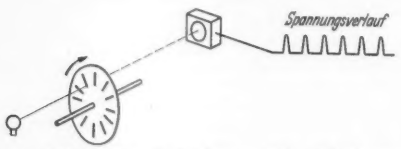

Fig. 3. Prinzip der Lichtsirene. Die Schwingungsform der Spannung ist aus einer großen Zahl von Teiltönen zusammengesetzt, aus der die für eine bestimmte Klangfarbe gewünschten Obertöne ausgesiebt werden können.

Eine gewisse Ähnlichkeit mit den umlaufenden Generatoren hat im Gesamtaufbau der Instrumente die zweite Art der elektrischen Klangerzeugung mit Hilfe *gesteuerter Generatoren:* Auch hier handelt es sich um umlaufende Generatoren, die aber so ausgebildet sind, daß sie Wechselströme vorher festgelegter, oft recht komplizierter Kurvenform erzeugen; eine der Lichtsirene ähnliche Ausführungsform eines solchen Generators benutzt statt Lochscheiben Scheiben mit gezahnten Rändern, durchsichtigen Ringzonen oder besonders geformten Blenden, deren Kurvenverlauf dem bekannter akustischer Klänge entsprechen, Anordnungen, wie sie ähnlich beim Tonfilm benutzt werden. An die Stelle der optischen Abtastung gegebener Kurvenformen kann eine magnetische Abtastung bestimmt gezahnter rotierender Scheiben oder umlaufender vormagnetisierter Stahlbänder treten; auch die mechanische Abtastung entsprechend geschnittener in sich geschlossener Rillen ähnlich der Grammophonanordnung ist ausgeführt worden.

Auch hier wird wie bei den umlaufenden Generatoren für jede Tonhöhe ein besonderer Generator benötigt, der die abgestrahlte Schwingung in vorher festgelegter Weise steuert. Diese Geräte gehören einem Grenzgebiet zwischen elektrischen Wiedergabe- und elektrischen Musikgeräten an und sind vor allem zur Abgabe anormal großer Schalleistungen gedacht. Durch die Möglichkeit, beliebig große Räume klanglich zu füllen, haben solche Instrumente trotz der durch die Festlegung auf bestimmte Klangfarben beschränkten Entwicklungsmöglichkeit gerade in neuerer Zeit an Bedeutung gewonnen.

Mechanisch-elektrische Generatoren: Statt rein elektrischer Schwingungserzeugung in umlaufenden Generatoren kann zur elektrischen Klangerzeugung auch auf alterprobte Bauelemente bekannter Musikinstrumente zurückgegriffen werden, wenn man mechanische Schwingungen, die ihrerseits mechanisch oder elektrisch erregt werden können, in elektrische Schwingungen umsetzt. Hierbei ergeben sich eine große Reihe neuer akustischer Möglichkeiten, die bis jetzt vor allem beim Bau elektroakustischer Klaviere ausgenutzt wurden und an deren Beispiel dargestellt werden sollen. Die Bewegung einer schwingenden Saite kann auf verschiedene Weise in elektrische Schwingungen umgesetzt werden, in der Regel wird hierfür eine magnetische oder kapazitive Abtastung der Saitenbewegung benutzt. Die komplizierte Schwingungsform der Saitenschwingung ermöglicht dabei durch passende Wahl der Abtastpunkte eine große Variationsmöglichkeit der Teiltonzusammensetzung der elektrischen Schwingung; eine Abnahme in der Saitenmitte ergibt einen Klang mit nur ungradzahligen, eine Abnahme an anderen Stellen auch mit gradzahligen Teiltönen; die Anordnung mehrerer Abnahmepunkte ermöglicht eine wahlweise Überlagerung der Schwingungen der einzelnen Abnahmestellen und damit weitere Variationsmöglichkeiten.

Ferner lassen sich durch geeignete Schaltungsmaßnahmen auch mit angeschlagenen Saiten Klänge erzeugen, deren Amplitude nur langsam anwächst; man erreicht dies durch gleichzeitiges Anschlagen zweier verschieden stark gedämpfter Saiten und phasenkonträrer Überlagerung der abgenommenen elektrischen Schwingungen oder durch langsames Steigern der Empfindlichkeit der Abnahmeorgane nach dem Anschlagen der Saite.

Die Entwicklung dieser Instrumente mit mechanisch-elektrischer Schwingungserzeugung ist ziemlich weit fortgeschritten, da hier in wesentlichen Punkten die lange Entwicklungsarbeit der Instrumentenbauer mitbenutzt werden konnte. Sie übertreffen ihre mechanischen Vorbilder an Mannigfaltigkeit der Klangfarben und der Ausgleichsvorgänge und haben als wesentliche Neuerung die Möglichkeit, den Klang durch Betätigung elektrischer Lautstärkeregler anschwellen zu lassen. Die Einsparung der Resonanzböden wird durch den Aufwand an elektrischen Einrichtungen bezüglich des Gesamtaufwandes für solche Instrumente allerdings ziemlich ausgeglichen.

Auch die Grundformen anderer Saiteninstrumente sind zum Aufbau mechanisch-elektrischer Musikgeräte herangezogen worden; die elektroakustische Abstrah-

lung der Saitenschwingungen einer Geige, eines Cellos, einer Harfe und anderer Instrumente mehr ist experimentell durchgeführt worden. Bis jetzt haben aber nur die elektroakustischen Klaviere eine praktische Bedeutung gewonnen.

Selbsterregte Generatoren: Die Form der elektrischen Musikinstrumente, die sich am konsequentesten elektrischer Hilfsmittel bedient, ist die der rein elektrischen Erzeugung selbsterregter Schwingungen. Als Generatoren für diese Geräte kommen neben dem elektrischen Lichtbogen vor allem Elektronenröhren und Glimmlampen in Frage. Während bei den früher beschriebenen Generatoren die Frequenz der erzeugten Schwingung nur stufenweise geändert werden kann, lassen sich mit Elektronenröhren und Glimmlampen unschwer Generatoren mit stetig veränderlicher Frequenz aufbauen. Dabei können im Hinblick auf die Klangfarbenregelung zwei grundsätzlich verschiedene Anordnungen getroffen werden:

Die Erzeugung von Kippschwingungen, deren Spannungsverlauf sprunghafte Änderungen enthält und

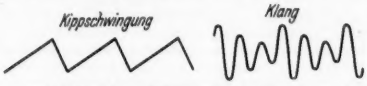

Fig. 4. Beispiel einer Kippschwingung und eines aus ihr durch Siebung (Formant) geformten Klanges.

infolgedessen eine große Zahl von Obertönen enthält — oder die Erzeugung von sinusförmigen, also einwelligen Schwingungen. Im 1. Fall geschieht die Regelung der Klangfarbe durch Aussieben der gewünschten Teiltöne oder Teiltongebiete mit Hilfe elektrischer oder mechanischer Resonatoren (Fig. 4). Im 2. Fall werden neue Oberschwingungen durch Verzerrung der einwelligen Generatorspannung in nichtlinear arbeitenden Systemen gewonnen. Dabei ergibt die Verzerrung in einem System, dessen Kennlinie symmetrisch zur Nullinie verläuft,

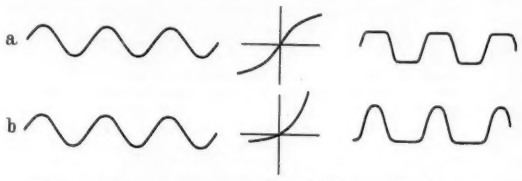

Fig. 5. Verzerrung einer sinusförmigen Schwingung a) an einer symmetrischen Kennlinie, b) an einer einseitig gekrümmten Kennlinie.

infolge der Erhaltung der Symmetrie der Kurvenform nur ungradzahlige Teiltöne, eine einseitig wirkende Verzerrung dagegen die gesamte Reihe der Obertöne (Fig. 5).

Als Kippschwinggeneratoren kommen vor allem Glimmlampen in Frage; zur Erzeugung sinusförmiger Schwingungen werden Elektronenröhren in Rückkoppelungsschaltung oder als Hochfrequenzgeneratoren in Schwebungstonsendern verwendet. Die Frequenzänderung erfolgt entweder durch Änderung der Eigenfrequenz elektrischer Schwingungskreise, deren Induktivität oder Kapazität stetig oder stufenweise regelbar ausgebildet werden, oder durch Ändern von Widerständen, deren Größe die Frequenz von Kippschwinggeneratoren bestimmt.

Zur praktischen Betätigung der Frequenzänderung sind eine große Reihe von Konstruktionen entwickelt worden. Neben der Ausbildung als Tastatur, die wiederum nur eine sprungweise Frequenzänderung zuläßt, hat sich vor allem die Anordnung eines über einer Metallschiene ausgespannten Widerstanddrahtes eingeführt, dessen wirksame Länge durch Herabdrücken auf die Metallschiene geändert werden kann. Ein solches Manual ist beispielsweise zur Regelung der Gittervorspannung von Elektronenröhren geeignet; die dadurch bewirkte Anodenstromänderung kann durch Vormagnetisieren von Eisendrosseln die Eigenfrequenz von Schwingungskreisen beeinflussen oder auch die Frequenz von Kippschwinggeneratoren bestimmen.

Die Ausgleichsvorgänge der rein elektrisch erzeugten Klänge können entweder vom Spieler willkürlich durch Betätigung von Lautstärkereglern beeinflußt oder durch Regelröhren, deren Gittergleichspannung über zeitabhängige Glieder verschoben wird, zwangsweise gesteuert werden.

Die Instrumente mit selbsterregten Generatoren erreichen mit einem vergleichsweise sehr geringen apparativen Aufwand eine große Mannigfaltigkeit der Klangfarben und Ausgleichsvorgänge bei beliebig großem Tonumfang; selbst bei mehrstimmigen Instrumenten mit einer entsprechenden Zahl von Einzelgeneratoren bleibt der Aufwand wesentlich hinter dem der anderen elektrischen Musikinstrumente zurück. Diesen Vorteilen stehen erhebliche bei der Vervollkommnung dieser Instrumente auftretende konstruktive Schwierigkeiten gegenüber, die vor allem in der Abhängigkeit der Generatorfrequenz von den benutzten Betriebsspannungen liegen. Die technische Entwicklung der rein elektrisch arbeitenden Klangerzeuger ist trotzdem ziemlich weit fortgeschritten und hat in den letzten Jahren zum Bau von verschiedenen Instrumenten geführt, die ihre musikalische Brauchbarkeit bewiesen haben.

Schluß: Bei der Mannigfaltigkeit der zur elektrischen Erzeugung musikalischer Klänge benutzten Anordnungen scheint es falsch, einen absoluten Wertvergleich der einzelnen Instrumententypen anzustellen. Wichtiger ist es, die Vor- und Nachteile der verschiedenen Arten im einzelnen zu erkennen und gegeneinander abzuwägen, um zur Lösung bestimmter Einzelaufgaben jeweils die Bauelemente benutzen zu können, die für den besonderen Fall am brauchbarsten sind. Noch ist eine Vereinigung von absoluter Tonkonstanz mit großer Variationsmöglichkeit der Klangfarben und Ausgleichsvorgänge und einfachem Aufbau des gesamten Instrumentes nicht erreicht, wenn auch jede einzelne dieser Aufgaben schon sehr beachtenswerte Lösungen gefunden hat.

Wie weit im übrigen der Musiker von den neuen Möglichkeiten, die ihm in den elektrischen Musikinstrumenten gegeben werden, Gebrauch machen wird, ist eine Frage, die nicht in den Rahmen eines Aufsatzes gehört, der nur die technisch-physikalischen Aufgaben und Möglichkeiten einer elektrischen Erzeugung musikalischer Klänge aufzeigen soll.

Volker Aschoff.

Kurze Originalmitteilung.

Für die kurzen Originalmitteilungen ist ausschließlich der Verfasser verantwortlich.

Der Herausgeber bittet, 1. im Manuskript der *kurzen Originalmitteilungen* oder in einem Begleitschreiben die Notwendigkeit einer baldigen Veröffentlichung an dieser Stelle zu *begründen*, 2. die Mitteilungen auf einen Umfang von höchstens einer Druckspalte zu beschränken.

Zur Deutung der elektrischen Quadrupolmomente der Atomkerne.

SCHÜLER, SCHMIDT und Mitarbeiter haben seit 1935 die elektrischen Quadrupolmomente verschiedener Kerne mit ungerader Teilchenzahl entdeckt und gemessen[1]. Obwohl ein Teil der folgenden Überlegungen sich mit den unabhängigen Untersuchungen von SCHMIDT[2] deckt, möchte ich die Erscheinung besonders vom heutigen Standpunkt der Kerntheorie diskutieren.

Bekanntlich ist das Auftreten kleiner ($< 10^{-24}\, e \cdot \mathrm{cm}^2$) negativer Quadrupolmomente (d. h. einer in der Richtung des Drehimpulses abgeplatteten Ladungsverteilung) vom Standpunkt irgendeiner Kerntheorie leicht zu verstehen. Die meisten bisher untersuchten Kerne zeigen jedoch starke positive Quadrupolmomente. Nach dem gewöhnlichen Flüssigkeitsmodell (THOMAS-FERMI-Näherung) ist jeder Kern mit gerader Teilchenzahl als kugelförmig zu betrachten (*S*-Zustand); um die Erscheinung zu verstehen, müßte man also annehmen, daß ein zusätzliches Proton (oder Neutron) den Restkern stark polarisiert, indem es die Kernmaterie von seiner Bahn abstößt. Und dies ist aus energetischen Gründen kaum zu verstehen.

Andererseits haben die neueren Diskussionen über die THOMAS-FERMI-Näherung[3] darauf hingewiesen, daß die α-Teilchen-Kernmodelle vielleicht eine nicht allzu schlechte Annäherung an die Wirklichkeit darstellen. Deswegen ist man geneigt, die häufige Erscheinung positiver Quadrupolmomente als Hinweis darauf zu betrachten, daß die Kernstruktur irgendwie starr ist[4], und wir können uns vorstellen, daß sie aus nahe beieinanderstehenden Ladungsbäuchen besteht. Es kann unbestimmt bleiben, ob diese Ladungsbäuche α-Teilchen im engeren Sinne sind, ob sie *alle* möglichen Protonenpaare enthalten (wie bei LANDÉ[5]), oder ob vielmehr einige α-Teilchen aufgelöst sind.

Es folgt, daß ein solches Gebäude im allgemeinen ein Quadrupolmoment besitzt, und weiter, daß eine verlängerte Form (wegen der Zahl der Bindungen) häufiger als eine abgeplattete zu erwarten ist.

Wenn das starre Gebäude kein Quadrupolmoment besitzt (kugelförmiges Trägheitsellipsoid!), wird ein zugefügtes ungerades Proton ein negatives Quadrupolmoment erzeugen. Die Zahlen von Ladungsbäuchen (kurz von α-Teilchen), bei denen ein kugelförmiges Gebäude möglich und günstig ist, werden erst durch Kenntnis der Bindungen bestimmt. Mit Annahme einer „dichtesten Kugelpackung", bei der jede Kugel am Rande noch wenigstens vierfach gebunden ist, habe ich die Zahlen: 6, 13, 16, 19, 28, 31, 38, 44 bestimmt. Derartige Strukturen sind bereits von WEFELMEIER untersucht worden[4]. WEFELMEIER findet jedoch auf Grund der Annahmen, die er seinem Modell zugrunde legt, daß (mit Ausnahme von Mg 24) andere Packungen energetisch günstiger seien. Wenn man die experimentellen Ergebnisse mit diesen Zahlen vergleichen will, darf man vielleicht die negativen Quadrupolmomente von $^{63}_{29}\mathrm{Cu}$, $^{65}_{29}\mathrm{Cu}$ und $^{209}_{83}\mathrm{Bi}$ den Gebäuden mit 13 bzw. 38 α-Teilchen und den positiven Wert bei $^{75}_{33}\mathrm{As}$ einem Gebäude von 15 α-Teilchen zuschreiben. Da $2 \cdot 13 = 26$, $2 \cdot 15 = 30$, $2 \cdot 38 = 76$, ist für diese Deutung die Annahme notwendig, daß einige α-Teilchen aufgelöst sind. Jedenfalls ist es aus verschiedenen Gründen anzunehmen, daß die Kerne $Z = 82$ (Pb) besonders stabil sind. Wenn die Stabilität mit Kugelsymmetrie verknüpft ist, kann man das negative Quadrupolmoment von $^{209}_{83}\mathrm{Bi}$ verstehen. In ähnlicher Weise kann man die Tatsache auffassen, daß das Hinzufügen von zwei Neutronen das Quadrupolmoment von $^{151}_{63}\mathrm{Eu}$ verdoppelt (z. B.: $^{151}_{63}\mathrm{Eu} \longleftrightarrow 28 + 1\ \alpha$-Teilchen, $^{153}_{63}\mathrm{Eu} \longleftrightarrow 28 + 2\ \alpha$-Teilchen.)

Es bleibt jetzt zu untersuchen, wie der Drehimpuls des Systems: starres verlängertes Gebäude + zusätzliches Proton (oder Neutron) sich einstellt (ein Kern ohne Drehimpuls oder mit Drehimpuls $\frac{1}{2}\hbar$ zeigt kein Quadrupolmoment!). Diese Untersuchung ist natürlich schwierig, weil die Wechselwirkung zwischen Rumpf und Proton schwer zu berechnen ist. Trotzdem wollen wir eine qualitative Diskussion versuchen. Die Wirkung des Rumpfes auf das zusätzliche Teilchen (z. B. ein Proton) wird in nullter Näherung als kugelsymmetrisch betrachtet; die, insbesondere oberflächlichen, Unregelmäßigkeiten des Rumpfes werden als große Störungen wirken; die Spin-Bahn Wechselwirkung wird vernachlässigt. Als Grundzustand nullter Näherung betrachten wir z. B. einen entarteten *p*-Zustand des Protons (ein *s*-Zustand würde zu einem S-Zustand des vollständigen Kerns führen). Der Hauptteil der Eigenfunktion wird wahrscheinlich an der Oberfläche liegen. Jetzt handelt es sich darum, zu bestimmen, welche der entarteten Zustände (mit $m = 1, 0, -1$ in der Richtung der Verlängerung des Rumpfes) durch die Störung bevorzugt werden. Bevorzugung von $m = 0$ würde (mit Rücksicht auf die Nullpunktsrotation!) Kugelsymmetrie, von $|m| = 1$ positives Quadrupolmoment bedeuten, da der Hauptbeitrag zum Quadrupolmoment vom Rumpf geliefert wird. Wenn die Wirkung des Rumpfes als Potentialtopf aufgefaßt werden könnte, würde die verlängerte Gestalt des Rumpfes zu einer Bevorzugung von $m = 0$ führen. In unserem Problem ist dagegen die Wirkung des Pauli-Prinzips maßgebend: sie äußert sich bekanntlich in einer Abstoßungskraft zwischen α-Teilchen und Protonen und macht es ungünstig, daß die Eigenfunktion des Protons einen (oberflächlichen) Bauch zeigt, gerade wo schon ein Buckel von α-Teilchen liegt. Im richtigen Modell des Potentialtopfes ist dies so zu begründen: die Anwesenheit des Buckels bedeutet, daß ein Überschuß von Zuständen mit $m = 0$ schon besetzt ist. Deswegen wird man eine Bevorzugung von $|m| = 1$ erwarten, in Übereinstimmung mit der Erfahrung.

Durch ähnliche Betrachtungen zeigt man, daß in den weniger wahrscheinlichen Fällen eines abgeplatteten Rumpfes oder einer Kugel mit einer Lücke kein negatives Quadrupolmoment, sondern Kugelsymmetrie zu erwarten ist.

Der Begriff der freien Rotation des Protons am Äquator der Oberfläche des Rumpfes ist stark zu beschränken: wenn z. B. das Gebäude hexagonalsymmetrisch ist, wird die Störung ein starkes 12-Pol-Moment in der Äquatorebene enthalten, und dies bewirkt eine erhebliche Mischung der Rotationszustände des Protons und des Rumpfes (die Rotationszustände des Rumpfes haben geringe Energie, verglichen mit den Bindungskräften!).

Es scheint also, daß schon durch diese groben Überlegungen eine gewisse Plausibilität der Deutung der positiven Quadrupolmomente durch das α-Teilchenmodell erreicht wird. Eine weniger rohe Kenntnis der Wechselwirkungen, besonders der van der Waals-Kräfte, zwischen einem Proton und einem Gebäude von α-Teilchen, wird Gegenstand einer weiteren Untersuchung sein.

Die vorliegenden Überlegungen waren mit zahlreichen Diskussionen im Leipziger Institut verknüpft, für die ich allen Beteiligten herzlichst danke.

Leipzig, Institut für Theoretische Physik der Universität, den 1. Juli 1937. UGO FANO[1].

[1] Z. Physik 94, 457; 95, 265; 98, 239, 430; 99 717; 100, 113; 102, 373, 703; 103, 434, 443; 104, 468; 105, 168, 495.

[2] Z. Physik 106, 358 (1937). Herrn Dr. SCHMIDT bin ich für die freundliche Mitteilung seines Manuskriptes vor dem Erscheinen zu großem Dank verpflichtet.

[3] Siehe z. B. EULER, Z. Physik 105, 553 (1937).

W. WEFELMEIER hat schon früher den Kern mit einer geometrischen Struktur aus α-Teilchen verglichen [Naturwiss. 25, 525 (1937)].

[5] Phys.c. Rev. 43, 620 (1933).

[1] Stipendiat des Italienischen „Ministero dell'Educazione Nazionale".

Besprechungen.

Die Welt der Strahlen. Von P. DEBYE, U. DEHLINGER, W. FRIEDRICH, W. KOLHÖRSTER, H. PFLEIDERER, W. RAMM, H. SCHREIBER, H. WINTZ. Herausgegeben von HEINZ WOLTERECK. Leipzig: Quelle & Meyer 1937. VIII, 292 S. und zahlr. Abbild. 17 cm × 25 cm. Preis geh. RM 14.—, geb. RM 15.—.

ZIMMER, KARL G., Strahlungen, Wesen, Erzeugung und Mechanismus der biologischen Wirkung. Leipzig: Georg Thieme 1937. 72 S. und 40 Abbild. 13 cm × 21 cm. Preis kart. RM 3.20.

HOPF, LUDWIG, Materie und Strahlung (Korpuskel und Feld). Verständliche Wissenschaft Bd XXX. Berlin: Julius Springer 1936. VII, 162 S. und 56 Abbild. 11 cm × 18 cm. Preis geb. RM 4.80.

Die drei genannten Bücher, so verschieden sie in mancher Hinsicht in der Anfassung der behandelten Fragen sind, haben das Gemeinsame, daß sie sich an den Nichtfachmann wenden und doch versuchen, auf streng wissenschaftlicher Grundlage unser heutiges Wissen über physikalische Grundfragen zu vermitteln. Die beiden ersten Schriften sind ausschließlich Strahlungsvorgängen und ihrer Anwendungsmöglichkeit auf biologische Prozesse oder zu Zwecken der Krankheitsbekämpfung gewidmet.

„Die Welt der Strahlen" bringt als Einführungskapitel die Grundlagen der Strahlungsphysik von P. DEBYE und W. RAMM. In drei getrennten Abschnitten werden die Wellenstrahlung, die Teilchenstrahlung und die Verschmelzung der Begriffe von Wellen- und Teilchenstrahlung behandelt. Alle wesentlichen physikalischen Erscheinungen dieser Gebiete werden begrifflich klargelegt mit der großen Darstellungskunst, die man aus DEBYES Vorträgen so gut kennt. Und jeder Leser, der sich die Mühe gibt, gedanklich den Darlegungen zu folgen, kann aus dem Dargebotenen die nötigen Grundkenntnisse über Wesen und Verhalten der verschiedenen Strahlenarten gewinnen.

Die folgenden Kapitel beschäftigen sich mit den verschiedenen Anwendungsmöglichkeiten und den biologischen Wirkungen der Strahlen.

G. HINTZ gibt eine Übersicht über die in der Medizin gebräuchlichen Röntgen- und Kurzwellenapparate, die durch sehr gute schematische Abbildungen sehr wirksam unterstützt wird. Anschließend werden die Röntgendiagnostik, ihre Anwendung auf die verschiedenen medizinischen Objekte, die Röntgentherapie, die Dosierung der Röntgenbestrahlung und die verschiedenen damit verknüpften Schädigungen sowie die nötigen Schutzvorrichtungen besprochen.

Die *„bioklimatische Bedeutung der Strahlen"* von H. PFLEIDERER befaßt sich im wesentlichen mit der Wirkung der Sonnenstrahlen und dem Einfluß klimatischer Verhältnisse, wie Höhe über dem Meeresspiegel, Wettereinflüsse u. ä. auf die therapeutische Strahlungswirkung. Insbesondere werden die Ultravioletts trahlen in ihren verschiedenen Auswirkungen auf den Stoffwechsel dargelegt. Sehr dankenswert ist, daß in einem kurzen Abschnitt auf die Tatsache hingewiesen wird, wie wenig die mystischen Erdstrahlen und Wünschelrutenergebnisse genauen Nachprüfungen haben standhalten können.

In dem anschließenden Abschnitt *„Organismenrasthlung"* von W. FRIEDRICH und H. SCHREIBER werend die Biolumineszenz und die sog. mitogenetische Strahlung behandelt, Gebiete, in denen, wie die Verff. mit Recht betonen, die Untersuchungsmethoden sich zum Teil an der Grenze ihrer Leistungsfähigkeit bewegen. In den ersten Fragenkomplex gehören die Leuchterscheinungen in Pflanzen- und Tierwelt, z. B. bei Bakterien und Algen, bzw. bei Quallen, Insekten usw. Unter mitogenetischer Strahlung versteht man eine Strahlung, die den Zellteilungsprozeß begleiten soll und umgekehrt, wenn sie auf teilungsfähige Zellen trifft, die Teilung auch wieder fördern soll. Die Resultate der verschiedenen experimentellen Untersuchungen sind sehr widerspruchsvoll. Die Verff. des Berichtes geben an, daß eigene Nachprüfungsversuche, bei denen nach Möglichkeit alle Fehlerquellen ausgeschlossen waren, niemals eine Anregungswirkung durch eine biologische „Bestrahlung" ergeben haben.

Den Schluß des Buches bilden ein Abschnitt über die in den letzten Jahren so wichtig gewordene *„Höhenstrahlung"* von W. KOLHÖRSTER und ein Bericht über die *technische Anwendung der Strahlen* von U. DEHLINGER. Im letzteren sind die Anwendungen der Röntgenstrahlen zur Untersuchung von Werkzeugmaterial und zur Prüfung von Schweißnähten, ferner die Photographie mit Ultrarotstrahlen von besonderem Interesse.

Das ganze Werk, dessen einzelne Teile von besten zuständigen Fachgelehrten geschrieben sind, füllt eine sehr merkbar gewesene Lücke aus und wird von allen an der modernen Strahlungsforschung Interessierten dankbar aufgenommen werden.

Das Buch von KARL ZIMMER hat sich eine enger umgrenzte Aufgabe gestellt, indem es nur diejenigen Gebiete der Strahlenphysik und Biologie herausgreift, die für das Verständnis strahlengenetischer Forschungsergebnisse nötig sind. Bei der Darlegung der physikalischen Grundlagen werden die begrifflichen Erklärungen viel kürzer gefaßt und dafür die technischen Apparate zur Erzeugung der verschiedenen Wellenstrahlen in zahlreichen schematischen Abbildungen dem Leser nahe gebracht. Auch werden bei den jeweiligen Strahlenarten gleich ihre speziellen Wirkungsweisen in den verschiedenen Arten lebenden Gewebes aufgezeigt, zuerst für die Wellenstrahlen und anschließend für die Korpuskularstrahlen.

Ein besonderer Abschnitt ist der „exakten Strahlenbiologie" gewidmet, worunter der Verf. die Versuche der letzten Jahre versteht, (quantitative) Gesetzmäßigkeiten zu finden, die der biologischen Wirkung der Strahlen zugrunde liegen. Hierher gehören die Versuche, die über die Abhängigkeit der biologischen Einwirkung von Wellenlänge und Intensität der verwendeten Strahlung angestellt worden sind, um die Frage zu entscheiden, inwieweit die erhaltenen Resultate durch Unterschiede in der Strahlenempfindlichkeit des biologischen Materials bedingt sind oder von dem *statistischen* Vorgang der Absorption der Strahlenquanten beherrscht werden. Gerade zum Verständnis dieser neuesten Arbeiten, die physikalisch-mathematische Methoden in die Biologie einzuführen versuchen, ein Versuch, an dem der Verf. selbsttätig beteiligt ist, ist es sehr wesentlich, daß immer wieder in dem Buch betont wird, daß nur diejenigen Strahlen biologisch wirksam sein können, die wirklich absorbiert werden.

Das kleine Buch, das in der Monographiensammlung für Probleme der theoretischen und angewandten Genetik erschienen ist, wird jedem Genetiker willkommen sein, der sich über das hier behandelte Grundproblem orientieren will, und darüber hinaus jedem Biologen, der an den physikalischen Grundlagen der Strahlungsbiologie interessiert ist.

Das Buch von HOPF *„Materie und Strahlung"* ist auf rein physikalische Fragen begrenzt und innerhalb dieses Gebietes im wesentlichen auf die Gestaltung der theoretischen Physik. Der Verf. versucht ohne mathematische Hilfsmittel die Entwicklung der theoretischen Physik von GALILEI bis in die neueste Zeit darzulegen, wobei unter „Theorie" immer der Versuch zu verstehen ist, möglichst *ein* das ganze physikalische Geschehen umfassendes Gesetz aufzufinden.

„Das Korpuskularbild" zeigt, wie weit man in der Mechanik, kinetischen Gastheorie, Wärmelehre usw. mit der einfachen Annahme gekommen ist, daß die materielle Welt aus Korpuskeln besteht, die sich nach den NEWTONschen Gleichungen bewegen und Kräfte aufeinander ausüben.

Daran schließt sich ein Kapitel, das die optischen und elektromagnetischen Erscheinungen umfaßt und zeigt, wie man durch diese auf Nahwirkungsgesetze und damit auf den Begriff des „Feldes", auf das „Feldbild" geführt worden ist.

Die Entdeckung der elektrischen Elementarladung, die Auffindung der Kathoden- und Kanalstrahlen sowie der von radioaktiven Substanzen ausgesendeten α- und β-Strahlen rückte dann wieder den Begriff der atomistischen Struktur, also das Korpuskelbild, in den Vordergrund. Und dieses erhielt eine unerwartete Stütze durch die PLANCKsche Strahlungstheorie, den lichtelektrischen Effekt, den Compton-Effekt u. a. m. Die Darlegung dieser Entwicklung bildet den Inhalt des 3. und 4. Abschnittes.

Im 5. Kapitel werden die Feldeigenschaften der Materie, die Anwendung des Wellenbegriffes auf schnell bewegte Teilchen und ihre experimentelle Bestätigung besprochen. Die großen Leistungen der Wellenmechanik werden zusammengestellt, aber auch im letzten Kapitel gezeigt, daß der Dualismus Feldbild-Korpuskelbild nicht aufzuheben ist, daß jedes der beiden Bilder in verschiedenen Teilen der Physik unentbehrlich ist. Wie dieser Tatbestand ohne inneren Widerspruch in dem BOHRschen Begriff der Komplementarität eine Einordnung erfährt, wird am Schluß des Buches gezeigt.

Das Buch stellt ziemlich große Anforderungen an die gedankliche Mitarbeit des Lesers; aber wer diese zu leisten geneigt ist, wird ein wirkliches Verständnis für die Gedankengänge der modernen theoretischen Physik gewinnen. LISE MEITNER, Berlin.

KÖNIG, ALBERT, **Die Fernrohre und Entfernungsmesser.** 2. Auflage. Berlin: Julius Springer 1937. V, 242 S., 360 Abbild. und 13 Bildnisse. 16 cm × 24 cm. Preis RM 22.50, geb. RM 24.—.

Gegenüber der 1. Auflage, die in den Naturwiss. **12**, 406 (1924) ausführlich besprochen wurde, ist nach dem Vorwort: „die 2. Auflage des Büchleins durchgreifend umgearbeitet, um die Abschnitte über die Höhenmesser zur Bekämpfung der Flieger durch Geschütze und über die Geschichte des Fernrohres von LIPPERHEY bis PORRO erweitert; 13 Bildnisse erinnern an die Förderer der praktischen Optik; von den Abbildungen sind etwa die Hälfte ausgeschieden und durch etwa die doppelte Zahl neuer ersetzt, sowohl zur Berücksichtigung des Fortschrittes wie zur Erleichterung des Verständnisses, die auch in der Darstellung angestrebt wurde."

In der Tat hat die gründliche, äußerst sorgfältige Umarbeitung und Modernisierung von KÖNIGS ausgezeichneter Monographie über Fernrohre und Entfernungsmesser den Charakter des Buches als Lehr- und Handbuch zur *Vollkommenheit* geläutert. Die schon im Inhaltsverzeichnis merkliche straffere Gliederung des reichen Stoffes, die nun einheitlich und ohne Nachteil durchgeführte Vermeidung aller schwierigeren mathematischen Ausdrücke, die organische Verarbeitung der Fülle von Neuerungen der letzten $1^1/_2$ Jahrzehnte, die nun erreichte ungemein klare Anschaulichkeit in Sprache und Abbildungen, die meisterhafte Herausarbeitung grundsätzlicher Gesichtspunkte erleichtern nicht nur Lektüre und Verständnis bedeutend, sondern vermitteln auch viel unmittelbarer und lebendiger den umfassenden Einblick in das Zusammenwirken der wundervollen optischen und feinmechanischen Hilfsmittel, die der Präzisionswinkelmessung am Fernrohr dienen. Die Besitzer der 1. Auflage, die ganz selbstverständlich schon wegen des abgerundeten Überblickes über die Fortschritte der letzten 15 Jahre und wegen der vielseitigen Anregungen, die KÖNIG aus reicher Erfahrung zu geben weiß, auch nach der 2. Auflage greifen werden, werden entzückt sein über die neue, anziehende Form, in der sich der schwierige Stoff darstellt und über die didaktische Geschicklichkeit, mit der aus einfachen Überlegungen allgemeine Sätze gefolgert werden oder mittels allgemeinverständlicher Formalzergliederung altvertrauter Optikformen neue, sonst sehr schwierig darzustellende Kombinationen in ihrer grundsätzlichen Arbeitsweise erläutert werden; sie werden auch dankbar den historischen Anhang zur Klärung der Geschichte des Fernrohres, insbesondere seiner Erfindung durch LIPPERHEY, an Hand der hier erstmals in deutscher Sprache wiedergegebenen niederländischen Aktenauszüge begrüßen. Aber weit über diesen Kreis hinaus wird die neue Auflage des Buches sowohl wegen der angedeuteten Vorzüge der Darstellung als wegen seines aktuellen Inhaltes allen, die irgendwie mit der Feinwinkelmessung zu tun haben, besonders also den Artillerie-, Marine- und Fliegeroffizieren, den Geodäten, Physikern, Berufs- und Liebhaberastronomen und nicht zuletzt auch den Optikern als vorzüglicher Lehrmeister über Bau, Arbeitsweise und Leistungsfähigkeit sowie als zuverlässiger Berater über die vielseitige und zweckmäßige Benutzung von Feinwinkelmeßgeräten zur Entfernungsmessung u. dgl. von größtem Nutzen sein. A. KÜHL, Jena.

LE BRETON, ELIANE, **Signification Physiologique de L'Oxydation de L'Alcool Éthylique dans L'Organisme.** Strasbourg: Lons-Le-Saunier 1936. 258 S. und 14 Tabellen. 16 cm × 24 cm.

Verf. gibt eine Übersicht über die Herkunft des Alkohols im Organismus sowie über die biochemische Oxydation des Aethanols und schildert dann ihre eigenen Forschungen über die physiologische Bedeutung der Oxydation des Alkohols im Organismus. Bei den Untersuchungen über den Einfluß der Alkoholkonzentration in den Geweben auf seine Oxydationsgeschwindigkeit bei den Warmblütern ergab sich, daß die Diffusion des Alkohols am schnellsten vor sich geht bei intravenöser Injektion, langsamer bei intraperitonealer Zufuhr. Verf. fand, daß die Warmblüter bezüglich des Einflusses der Konzentration des Alkohols im Organismus auf seine Oxydationsgeschwindigkeit 2 Gruppen bilden, eine, bei der die Alkoholkonzentration im Gewebe praktisch ohne Einfluß auf die Oxydationsgeschwindigkeit ist (Typ weiße Ratte) und eine, bei der eine Erhöhung der Alkoholkonzentration den Koeffizienten der Alkoholoxydation vergrößert (Typ Kaninchen). Weitere Studien führten zu der Feststellung, daß der Alkohol keine spezifisch-dynamische Wirkung hat und auch die spezifisch-dynamische Wirkung der Proteide sowie der Zucker nicht beeinflußt. Beschrieben werden sodann die Untersuchungen zur Feststellung der Faktoren, die die Geschwindigkeit der Alkoholoxydation beeinflussen. Das nächste Kapitel

bringt eine Schilderung der Versuche an Ratten, Meerschweinchen und Kaninchen, die ergaben, daß der Koeffizient der Alkoholoxydation durch die beiden großen physiologischen Faktoren, Kälte und Arbeit, die bei den Warmblütern die Wärmeerzeugung erhöhen, nicht beeinflußt wird. Der Alkohol wird bei der Muskelkontraktion also nicht verwertet und dient nicht zur Wärmeregulierung; er vermag nur einen wichtigen Teil der Elementaratmung der Zelle zu bestreiten, der unabhängig ist von der Muskelarbeit und Wärmeregulierung. Verf. nimmt 3 dehydratische Systeme an, bei denen spezifische Stoffe, wie Cofermente und Hormone mitwirken, und durch die der Organismus die Oxydationen bei der Muskelarbeit oder der Erwärmung unabhängig von der Geschwindigkeit der Oxydationen, die an die Fundamentalatmung der Zellen gebunden sind, variieren kann. Auf dieser Unabhängigkeit der verschiedenen dehydratischen Systeme, die Verf. durch Versuche demonstriert hat, soll die unveränderte Zusammensetzung der Zellen, und der Organismen überhaupt, beruhen. M. Kobel, Berlin-Lichterfelde.

DARLINGTON, C. D., **Recent Advances in Cytology.** 2. Aufl. London: J. & A. Churchill Ltd. 1937. XVI, 671 S., 16 Tafeln, 160 Abbild. und 81 Tab. 13 cm × 20 cm. Preis geb. 21 Sh.

Das Buch D.s hat in dem kurzen Zeitraum von 5 Jahren seine 2. Auflage erlebt; in fast allen cytologischen Schriften der letzten Jahre wird auf D.s Gedankengänge Bezug genommen und D.s neuartige Auffassungen waren der Ausgangspunkt zahlreicher Untersuchungen; es steht außer Zweifel, daß D.s Werk die einflußreichste und in diesem Sinn bedeutendste Leistung auf dem Gebiet der modernen Cytologie darstellt.

Die 2. Auflage hat das charakteristische Gepräge der ersten beibehalten [vgl. das Ref. Paula Hertwigs, diese Z. **21**, 754 (1933)]. Im einzelnen wurden mehrere Veränderungen vorgenommen. Das letzte spekulative Kapitel über die Evolution ist weggeblieben; die übrigen Kapitel wurden umgebaut und in neuer Weise miteinander verknüpft; der Text sowie das Bilder- und Tabellenmaterial ist wesentlich vermehrt worden; erwähnenswert sind die vielen hervorragend guten Mikrophotos. Eine besonders starke Umarbeitung hat der Abschnitt über „Zellmechanik" erfahren. Er enthält eine ausgezeichnete zusammenfassende Darstellung fast aller wesentlichen Gedankengänge. Auf breiter Basis wird eine neue Hypothese der Mitosemechanik aufgestellt (bemerkenswert ist der Gesichtspunkt, eine weitgehende Aktion der Spindelansatzstelle einzuführen). Die Mechanik der Chiasmabildung wird zwanglos aus den angenommenen Kräften entwickelt. Stark ausgebaut wurde auch das Kapitel über die Geschlechtschromosomen (Auffassung der sexuellen Heterozygoten als strukturelle Hybride). Ein neuer Abschnitt über die Schleifenkerne der Dipteren ist in Hinblick auf die weittragende Bedeutung dieser Strukturen auffallend kurz ausgefallen.

Es erscheint undankbar gegen ein Werk von solcher Bedeutung wie das D.s Einwände zu erheben; um so mehr, als es selbstverständlich ist, daß an jedem größeren Werk dies oder jenes bemängelt werden kann. Die Ausstellungen an D.s Buch, das hauptsächlich der Niederschlag seiner eigenen Arbeiten und der seiner Mitarbeiter ist, beziehen sich jedoch auf so wesentliche Belange, daß sie nicht unterdrückt werden sollen.

Der Einwand, daß D. nicht die *allgemeine Cytologie*, sondern einen *Ausschnitt der Cytologie allgemein* behandelt, wurde schon mehrfach erhoben. Sobald man sich dieser Sachlage bewußt wird, bedeutet sie keinen Nachteil (doch werden sich nicht alle ihrer bewußt). Schwerer wiegend ist die Feststellung, daß D. sein Arbeitsgebiet vorwiegend unter bestimmten axiomatischen Voraussetzungen, also in diesem Sinn *einseitig* behandelt; Ansichten, aber auch Tatsachen, die mit seinen Gedankengängen nicht übereinstimmen, werden nicht berücksichtigt (Beispiel: Die gegen D.s precocity theory sprechenden Befunde; vgl. Sax u. Sax, J. Arn. Arbor. **1935**). Es ist zwar klar, daß ein lebendiges wissenschaftliches Buch kein historisches Nachschlagewerk sein kann und soll, und jeder wissenschaftlich Arbeitende wird gelegentlich die Literaturverwendung, deren Nutzen oft in keinem richtigen Verhältnis zum Zeitaufwand steht, lästig empfunden haben; es kann auch das unbeschwerte Drauflosarbeiten einen objektiven Gewinn bedeuten: D. geht jedoch in der Art, möglichst alle Unterlagen selbst zu erarbeiten, andere nur soweit zu verwenden, als sie sich einfügen, so weit, daß sein Buch nur mit angespannter kritischer Wachsamkeit gelesen werden kann; wer über die völlige Beherrschung des Gegenstandes nicht verfügt — und dies gilt wohl für jeden im einen oder anderen Fall — sieht sich in einer ganz unsicheren Lage. Das Buch gibt meist nur darüber Auskunft, wie D. eine bestimmte Sachlage auffaßt. Dies ist nun allerdings lohnend; denn D.s Auffassungen sind originell, in sich logisch durchgeführt und unter den gegebenen Voraussetzungen tragfähig; sie bilden daher eine glänzende Grundlage zur Diskussion. Sie dürfen jedoch nicht als Dogmen aufgefaßt werden (Beispiel: D. erklärt die Asymmetrie der Anaphase der 1. Teilung im Pollenkorn der Angiospermen durch „Anstoßen" der sich verlängernden Stemmkörperspindel an die Wand, hat jedoch weder die Verlängerung der Spindel bewiesen noch die Spindelpole überhaupt gesehen — wie aus der Originalmitteilung hervorgeht)[1]. Nicht unbedenklich ist auch die Art, wie D. Erklärungen vornimmt: Wenn D. eine allgemeine Erscheinung, etwa den Mitoseablauf erklärt, so geschieht dies so, daß er ihn in neuartiger, geistvoller, in sich folgerichtiger und daher übersichtlicher und ansprechender Weise *beschreibt*, indem er z. B. Anziehungs- und Abstoßungskräfte als Ursachen einführt und eine neue Terminologie schafft. Dies ist zweifellos ein Gewinn, nicht nur in didaktischer und ökonomischer Hinsicht, sondern auch insofern, als dadurch kaum oder nicht beachtete Zusammenhänge ins Licht gerückt werden; die Aussage aber z. B., daß die Chromosomen in der Anaphase auseinander wandern, *weil* ihre Spindelansatzstellen sich abstoßen, bedeutet für sich allein nichts anderes, als was wir schon lange gewußt haben, da die „Kräfte" rein hypothetisch sind. Es handelt sich also hier wie in anderen Fällen eigentlich um eine metaphorische Ausdrucksweise, die sich aber nicht offen zeigt und daher vielfach für bare Münze genommen wird. So findet man denn in neueren Schriften nicht selten an Stelle von Erklärungsversuchen Bemerkungen wie: „es handelt sich um das, was D. repulsion nennt"; oder: „nach D. beruht dies auf repulsion" (erfundene Beispiele). Dieses Verfahren muß, wenn es auch in Einzelfällen begreiflich oder sinnvoll ist, im ganzen doch abgelehnt werden. Mit anderen Worten: Man muß sich der *Grenzen des Wertes* solcher Erklärungen oder Deutungen bewußt bleiben, wenn man nicht ernsthaft in den Molièreschen Chor der Ärzte einstimmen will, wo es heißt: quare Opium facit dormitare? Quia est in eo virtus dormitiva, cuius est natura sensus soporare.

D.s allgemeine Anschauungen über Mitose und Meiose, Polyploidie, strukturelle Hybride, Zellmechanik

[1] Upcott nimmt in einer fortsetzenden Untersuchung diese Mutmaßungen bereits als Tatsachen an.

u. a. m. besitzen wohl einen verschiedenen bleibenden Wert. Als besonders tragkräftig erscheint dem Ref. z. B. die Chiasmatheorie (inkl. Terminalisation), als bereits widerlegt dagegen die precocity theory der Meiose. Es ist unverständlich, daß alle Gegengründe (Tatsachen und Überlegungen) D. nicht gegen seine Theorie einnehmen konnten; da es aber so ist, könnte der Leser erwarten, in der 2. Auflage die Gründe angegeben zu finden (was nicht der Fall ist); es handelt sich doch um eine wissenschaftliche Frage, nicht um Rechthaberei.

Es seien hier noch einige spezielle Ausstellungen angefügt. S. 6: die tabellarische Übersicht über den antithetischen Generationswechsel ist ungenügend; S. 7: als „sexuelle Differenzierung" nur Fälle von morphologischer Anisogamie zu verstehen, ist mißverständlich; S. 36: es gibt wahrscheinlich gar keine echt terminale Insertion; S. 47: die Protistenmitosen als „abnormal" zu kennzeichnen, ist irreführend; S. 48, 49: *Surirella* ist kein Haplont, sondern ein reiner Diplont (die Diatomeen sind die einzige Pflanzengruppe, die sich so verhält); S. 83: Tabelle 10 berücksichtigt nicht die von BLACKBURN angegebenen minimalen Chromosomengrößen; S. 89: die Kürze der prämeiotischen Interphase ist nicht allgemein bezeichnend; S. 235ff.: ob die somatische Paarung der Dipteren mit der von DAHLIA u. a. gleichgesetzt werden kann, ist zumindest fraglich; S. 376: vorzeitige Trennung der Insertionsstellen ist keine Erklärung der vorzeitigen Trennung der (Geschlechts)chromosomen; S. 501: die zahlreichen Angaben anderer Autoren über das Vorhandensein von mehr als 1 Chromonema je Chromatide so kurz abzutun, ist unbefriedigend (auch wenn D. *recht* hat).

Diese Kritik richtet sich an den *Leserkreis*; sie will eine Anleitung zur Benützung des Buches sein. Der Sachverhalt läßt sich kurz so ausdrücken: das Buch enthält eine Fülle von Einsichten und Anregungen für den urteilsfähigen Leser; für andere Benützer birgt es manche Gefahren. Im übrigen wäre es sinnlos, dem Autor zur Last zu legen, daß dies oder jenes anders hätte besser gemacht werden können; denn das Werk ist inhaltlich wie in der Grundeinstellung den Problemen gegenüber gleichsam aus *einem Guß*; daß es überhaupt geschrieben wurde, bedeutet einen Gewinn, — trotz aller allgemeinen und besonderen Ausstellungen.

L. GEITLER, Wien.

Ein Handbuch der Kakaoerzeugnisse.

Vor 50 Jahren galt Schokolade noch als ein Genußmittel, dessen Verbrauch sich in bescheidenen Grenzen hielt. Der Jahresverbrauch an Kakaobohnen betrug in den Jahren 1875—1900 im Durchschnitt rund 2000 t in Deutschland, was 0,05 kg auf den Kopf der Bevölkerung ausmacht. Im Jahre 1935 wurden 74750 t Kakaobohnen eingeführt, d. h. der Verbrauch stieg auf 1,12 kg je Kopf der Bevölkerung. Das bedeutet eine ganz erhebliche Steigerung des Verbrauches, wenn sie sich auch, auf den Kopf der Bevölkerung umgerechnet, immer noch in mäßigen Grenzen hält und bei weitem nicht an die Menge Kaffee heranreicht, die für den Kopf der Bevölkerung angesetzt werden muß und die im Jahre 1913, also kurz vor dem Weltkrieg 2,44 kg je Kopf gegenüber nur 0,77 kg Kakaobohnen betrug. Das mag verwunderlich erscheinen, zumal die aus den Kakaobohnen gewonnenen Erzeugnisse sich vielseitiger verwenden lassen, allein schon das Kakaopulver, als es bei den Kaffeebohnen der Fall ist. Grund für den stärkeren Verbrauch des Kaffees bleibt die anregende Wirkung, die dem Koffein innewohnt und die stärker ist als die des ähnlichen Theobromins im Kakao. Im Vergleich mit anderen Ländern der Erde steht Deutschland im Kakaoverbrauch an dritter Stelle hinter den Vereinigten Staaten Nordamerikas und Großbritannien und Irland. Dieser verhältnismäßig hohe Bedarf an Kakao darf als Beweis gelten, daß Kakao bzw. die aus ihm gewonnenen Erzeugnisse, Schokolade usw., nicht mehr als Genuß- sondern als Lebensmittel zu werten sind.

Auch volkswirtschaftlich gesehen hat die Kakao- und Schokoladenindustrie große Bedeutung gewonnen; von 143 Betrieben waren im Jahre 1933 81 reine Kakao- und Schokoladenfabriken, 55 Betriebe waren mit Zuckerwaren- oder Backwarenfabriken verbunden, der Rest war anderen Gewerbezweigen angegliedert. Der Gesamtwert der Herstellung der deutschen Kakao- und Schokoladenindustrie betrug 1933, berechnet nach dem Fabrikpreis, 310 Millionen RM., nach dem Kleinverkaufspreis fast $^1/_2$ Milliarde RM. Diese Industrie bot Ende Dezember 1933 35466 Personen Beschäftigung, in welche Zahl die Verteiler, also der Handel, nicht einbegriffen ist.

Die angeführten Zahlen sind dem neuen Handbuch der Kakaoerzeugnisse[1] von H. FINCKE entnommen. Dieses Buch gibt eine Darstellung der Geschichte des Kakaos, der Rohstoffe, ihrer Verarbeitung usw., und es mag interessant sein, einmal das Wichtigste und Wissenswerteste kurz zusammenzustellen.

Der Kakaobaum ist ein Baum des tropischen Mittel- und Südamerikas, deren Bewohner schon von alters her den Wert der Kakaobohnen zu schätzen wußten. Nicht nur war der Kakao ein Genußmittel für die Wohlhabenden und ein Kräftigungsmittel für die Krieger, bei vielen Völkern spielten die Kakaobohnen die Rolle des Geldes. Die Entdecker der amerikanischen Inseln und des Festlandes lernten auf ihren Eroberungszügen den Kakao kennen und brachten die wertvollen Bohnen nach Europa: nach Spanien und Portugal, später auch nach Frankreich, Italien, in der ersten Hälfte des 17. Jahrhunderts auch nach Deutschland. LINNÉ hat dem Kakaobaum den Namen *Theobroma* cacao, d. h. „Götterspeise", gegeben. Der Kakaobaum hebt sich unter den etwa 20 im tropischen Amerika heimischen Theobroma-Arten besonders ab. Er ist ein mittelgroßer Baum mit nicht sehr dickem Stamm, mit großen, dunkelgrünen, im jugendlichen Zustand oft gelblichen oder rötlichen Blättern. Es gewährt einen eigenartigen, reizvollen Anblick, wenn zu Beginn der Trockenzeit in Kakaoplantagen der Blattschub aufs Neue einsetzt und die zarten jungen, rot oder gelb gefärbten Blätter aus den Knospen schubartig herausgetrieben werden, während gleichzeitig die alten Blätter abfallen und am Boden vertrocknen und braun werden. Die Buntfärbung, besonders die Rotfärbung durch die Einlagerung eines roten Farbstoffes (Anthocyan) wird als Schutz gegen zu starke Wasserabgabe und gegen

[1] HEINRICH FINCKE, *Handbuch der Kakaoerzeugnisse*. Ihre Geschichte, Rohstoffe, Herstellung, Beschaffenheit, Zusammensetzung, Anwendung, Wirkung, gesetzliche Regelung und Zählberichte, dargestellt für Gewerbe, Handel und Wissenschaft. Berlin: Julius Springer 1936. XVI, 568 S., 162 Abbild., 62 Zahlentafeln, 1 Kakao-Farbenbestimmungstafel und 1 Weltkarte. 15 cm × 23 cm. Preis geb. RM 55.—.

Schäden durch zu starke Besonnung gedeutet. Dieser Laubwechsel vollzieht sich bei dem Kakaobaum wie bei so vielen tropischen Bäumen in verhältnismäßig kurzer Zeit. Die kleinen, gelblichweißen oder rötlichen Blüten brechen einzeln oder in Büscheln aus der Rinde des Stammes oder der stärkeren Äste hervor, nicht aus Blattachseln, wie es meist der Fall ist; es gehört der Kakaobaum zu den sog. stammbürtigen, „caulifloren", Bäumen. Von der ungewöhnlich großen Zahl der Blüten entwickelt sich nur ein kleiner Bruchteil zu melonenartigen Früchten von gelber, roter oder fast brauner Farbe je nach der Sorte und Spielart. In der von einer fleischigen, 5—20 mm dicken Fruchtschale umgebenen Frucht liegen in einer schleimigen, süß-säuerlich schmeckenden Pulpe 25—50 bohnenförmige Samen, die eigentlichen Kakaobohnen, länglich eiförmig, 2—3 cm lang. Ihre Samenlappen, das sind die zusammengefaltenen und zerklüftet aussehenden Keimblätter, liefern den Kakao. Diese Samenlappen, als „Nibs" bezeichnet, überzogen von einer dünnen ledrigen Samenschale, zeigen im Bruch je nach der Spielart verschiedene Farbe, von Weiß bis zum tiefen Violett; sie sind vollgepfropft mit den für die junge Kakaopflanze notwendigen Nährstoffen.

Der Kakaobaum ist ein echter Tropenbaum; er verlangt gleichmäßige Wärme und eine hohe Boden- und Luftfeuchtigkeit, Voraussetzungen, die er im schattenspendenden, feucht-heißen tropischen Regenwald findet. Tiefland oder mäßige Höhenlagen sagen ihm zu, wenn Temperatur und Feuchtigkeit seinen Anforderungen entsprechen. Gegen Temperaturrückgänge unter 20° ist er empfindlich, besonders wenn während der Regenzeit derartige niedrige Temperaturen längere Zeit anhalten. Auf diese Empfindlichkeit ist besonders zu achten, sobald Kakaopflanzungen über 500 m Meereshöhe angelegt werden. Die Ansprüche in bezug auf den Boden mögen an sich nicht zu hohe sein; eines verlangt der Kakaobaum unter allen Umständen vom Boden: Tiefgründigkeit. Denn der Kakaobaum bildet eine ausgesprochene, tiefgehende Pfahlwurzel, während die eigentlichen Nährwurzeln, die ein hohes Luftbedürfnis haben, flach unter der Bodenoberfläche streichen. Schon beim Pflanzen muß der Kakaopflanzer darauf achten, daß die Pfahlwurzel sich ungehindert in die Tiefe entwickeln kann, daß sie bei jungen Kakaobäumchen, die in Pflanzkörbchen oder im Saatbeet herangezogen werden, unverletzt und senkrecht in das Pflanzloch gelangt; anderenfalls ist mit einem Anwachsen und einer freudigen Entwicklung der jungen Bäumchen nicht zu rechnen. Krankheitserscheinungen älterer Bäume, wie Spitzendürre, hängen in sehr vielen Fällen damit zusammen, daß die Pfahlwurzel auf irgendein Hindernis stößt: feste Bodenschicht (Ortstein, dichte Lateritschicht), Felsplatte usw., oder daß sie mit Grundwasser zusammentrifft, gegen das sie sehr empfindlich ist. Trotzdem besitzt der Kakaobaum innerhalb der Grenzen der Wachstumsmöglichkeiten überhaupt eine Lebenszähigkeit wie kaum ein anderer Baum; hat er z. B. durch Engerlingsfraß die Pfahlwurzel eingebüßt, so versucht er durch Bildung einer oder zweier Pfahlwurzeln Ersatz zu schaffen. Ich habe in Kakaopflanzungen in Kamerun spitzendürre Kakaobäume ausgraben lassen, deren Hauptwurzeln in einer Tiefe von fast 2 Metern eine Verdichtung des Lateritbodens nicht zu durchdringen vermochten. Diese Hauptwurzel bildete eine Abzweigung, die bald das gleiche Schicksal traf; es wurde eine zweite, eine dritte Abzweigung gebildet, keiner gelang es, tiefer in den dichten Boden einzudringen. Es trat dann auch als Folgeerscheinung eine deutlich erkennbare Erschöpfung der Bäume ein. Ein anderes Beispiel: Gefährliche Feinde der Kakao- u. a. Kulturen sind Wurzelpilze, die ähnlich dem Hallimasch unserer Kiefernwälder mit ihren Myzelien im Boden leben und auf die Wurzeln der Bäume übergehen. Die Pilze wachsen bis zum Wurzelhals, um dann zwischen Stamm und Rinde nach oben sich auszubreiten. Äußerlich ist die Gegenwart des Pilzes an Veränderungen der Rinde an der Stammbasis zu erkennen, sie ist rauher, runzeliger als die des gesunden Stammes, zeigt außergewöhnlich zahlreiche und große Lentizellen (Atemöffnungen). Wir haben solche Bäume umgelegt, sobald wir den Befall durch Wurzelpilze feststellten, und erreichten damit, daß der Baum dazu überging, einen oder mehrere kräftige Wasserschosse zu bilden, die ihrerseits nun starke Pfahlwurzeln in den Boden schickten. Die Wasserschosse wuchsen freudig und gesund, trugen im zweiten oder dritten Jahr schon ihre ersten Früchte, ein Beweis für die Lebenskraft und -zähigkeit des Kakaobaumes.

Es ist richtig, wenn gesagt wird, daß der Kakaobaum empfindlich sei gegen starke Sonnenbestrahlung; deshalb spielt die Beschattung besonders in den ersten Jahren der Entwicklung eine große Rolle. Sie wird in den verschiedenen Kakaoanbaugebieten verschieden gehandhabt. In Kameruner Plantagen pflegte man das junge Kakaobäumchen mit einem Kranz von Crotolaria oder dem etwas lichteren Cajanus indica zu umgeben. An ihre Stelle treten auch Fruchtbananen bzw. Mehlbananen (Planten), in deren Schatten die Kakaobäume sich wohl fühlen. Auf das Anpflanzen hoher Schattenbäume hat man im allgemeinen verzichtet.

Wie schon erwähnt, trägt der Kakaobaum schon früh die ersten Früchte; Vollerträge kann man vom 10. bis 15. Jahr an erwarten, Erträge, die mehrere Jahrzehnte anhalten können, wenn die erforderlichen Maßnahmen bezüglich der Pflege des Bodens und der Ernährung beachtet werden. Es ist ein Irrtum zu glauben, der Kakaobaum, den man auf „jungfräulichen" Boden des Urwaldes pflanzt, benötige keine besondere Düngung. Unterernährte Kakaobäume sind den Angriffen pilzlicher und tierischer Schädlinge in starkem Maße ausgesetzt, genau so wie es bei heimischen Kulturen, z. B. bei unseren Obstgewächsen der Fall ist. Gewiß wird die Stärke des Auftretens von Krankheiten und Schädlingen durch die klimatischen Verhältnisse des Standortes sehr stark beeinflußt; man vergesse aber nie, daß die gleichen Verhältnisse auch den Gesundheitszustand und damit die Widerstandsfähigkeit der Kulturpflanzen gegenüber Angriffen von außen bestimmen. Wenn Krankheiten epidemieartig auftreten, wie z. B. der Hexenbesen — Krulottenziekte in den Kakaoplantagen Ecuadors — oder die Braunfäule der Kakaofrüchte in den Plantagen Westafrikas, dann spielt meines Erachtens der allgemeine Gesundheitszustand der Kakaobäume eine nicht zu unterschätzende Rolle. Ähnlich liegen die Verhältnisse in bezug auf tierische Schädlinge, z. B. Thrips, Rindenwanze u. a. m.; allerdings hat man im Kampf gegen diese Schädlinge größere Aussicht auf Erfolg mit der Anwendung chemischer Bekämpfungsmittel, Spritz- und Stäubemittel, soweit sie technisch ohne allzu erhebliche Kosten durchführbar ist.

Die Früchte des Kakaobaumes reifen das ganze Jahr hindurch; trotzdem kann man je nach dem Anbaugebiet eine oder zwei Haupterntezeiten festlegen. Die reifen Früchte, kenntlich an ihrer Farbe, werden sorgfältig abgeschnitten, ohne die schon erwähnten Blütenpolster zu beschädigen, und gesammelt; man läßt sie 3—4 Tage liegen, um sie aufzubrechen und die Kakaobohnen herauszunehmen. Während die Eingeborenen

die von der schleimigen Pulpe umgebenen Bohnen wenn möglich in der Sonne, sonst in der rauchigen Hütte trocknen, wird der Plantagenkakao einer Gärung (Fermentation) unterworfen, die die Eigenschaften der Bohnen bezüglich Aroma und Geschmack wesentlich verbessert. Je sorgfältiger diese Fermentation durchgeführt wird, um so wertvoller wird der Kakao. Je nach den Witterungsverhältnissen dauert dieser Gärprozeß 8—14 Tage. In Holzbottiche von etwa 1 cbm Inhalt werden die Bohnen bis zu 60 cm aufgeschüttet; es tritt eine Erwärmung auf 45—52° C ein, die überwacht werden muß. Während des Gärprozesses werden die Kakaobohnen mehrere Male umgeschaufelt. Ich habe mich gefreut, daß Verf. die Mühe, die sich Kameruner Pflanzungen in der Aufbereitung ihrer Kakaoernten von jeher gegeben haben, anerkennt; dabei ist zu berücksichtigen, daß die Haupternte des Kakaos in den Kameruner Plantagen in die recht intensive Regenzeit fällt.

Es gibt eine ganze Reihe von Kakaosorten und -spielarten, die sich in 2 Gruppen gliedern lassen: Criollo und Forastero. Criollosorten gelten als die wertvolleren; sie zeigen, obwohl sie nicht ganz reinrassig sind, eine gewisse Einheitlichkeit. Ihre Samen sind im Innern weiß bzw. nach der Gärung rotbraun, nicht violett. Die Erträge sind von Criollosorten geringer als von anderen, die Bohnen aber hochwertiger; die Bäume selbst zeigen eine gewisse Empfindlichkeit, leiden also verhältnismäßig leicht unter nicht zusagenden Standortsverhältnissen, unter Krankheitsbefall. Die Forasterosorten bilden eine uneinheitliche Gruppe mannigfachster Formen in bezug auf die Früchte, deren Samen in frischem Zustand mehr oder weniger violett, in gerottetem Zustand violettbraun sind. Alle Varietäten, die als Fremdsorten in die ursprünglichen Kakaoanbauländer eingeführt wurden, werden dem einheimischen Criollo gegenüber als Fremdlinge — Forastero — bezeichnet. Im allgemeinen haben sich diese Forasterosorten als robuster, d. h. weniger empfindlich gegenüber den Umweltfaktoren erwiesen und damit auch als widerstandsfähiger gegenüber einem Befall durch Krankheiten und Schädlinge.

Ein besonderes Kapitel des Buches ist dem Schädlingsbefall der verbrauchsfertigen Bohnen und der Fertigwaren selbst gewidmet; denn es ist nicht verwunderlich, daß die nährstoffreichen Kakaobohnen und die aus ihnen hergestellten Waren bestimmten Vorratsschädlingen sehr willkommen sind. Der Schaden, der durch Schädlingsbefall verursacht wird, ist ein doppelter: Rohstoffe werden zerstört bzw. im Wert gemindert, Fertigware ungenießbar gemacht; von Schädlingen befallene Waren erzeugen bei empfindlichen Verbrauchern Ekel und halten sie vom weiteren Verzehr von Kakaoerzeugnissen zurück. Außer einigen Käfern, wie der australische Diebkäfer (Ptinus tectus), der Kaffeebohnenkäfer (Araeocernis fasciculatus) u. a. m. sind es vor allem Kleinschmetterlinge, Motten, z. B. die Heu- oder Kakaomotte (Ephestia elutella), die kupferfarbige Dörrobstmotte (Plodia interpunctella) u. a. m., die in Rohkakaolagern, in Kakaogeschäften an Tafelschokolade und Pralinen, besonders an solchen mit Nuß-, Nougat- oder Marzipanfüllung erheblichen Schaden anrichten können. Die Raupen dieser Motten zerfressen die befallenen Teile, bedecken sie mit ihrem körnigen Kot und verspinnen alles miteinander, wahrlich keine appetitliche Angelegenheit! Sauberkeit, gute Lüftung, kühle Aufbewahrung wirken einem Befall entgegen; Fangen der Motten, Begasung der Aufbewahrungsräume mit chemischen Mitteln sind Bekämpfungsmaßnahmen, deren Durchführung sich allerdings nicht selten erhebliche Schwierigkeiten entgegenstellen. In Anbetracht der großen Verluste aber ist dieser Teil des Vorratsschutzes von hoher wirtschaftlicher Bedeutung.

Die Verarbeitung der Kakaobohnen von der Rohbohne bis zur Gewinnung der Fertigwaren ist ein weiter, viel verzweigter Weg, dessen einzelne Etappen vom Verf. ausführlich behandelt werden. Die von der Kakaopflanzung gelieferten Kakaobohnen werden in den Schokoladenfabriken gereinigt, geröstet, gebrochen und wiederum gereinigt; es bleiben die eigentlichen Kerne ohne Schalen und ohne Keime zur Weiterverarbeitung zurück. Dieser gereinigte und geröstete Kakaobruch liefert fein gemahlen die Kakaomasse, die das Ausgangsmaterial bildet für Kakaopulver und Kakaobutter und für Schokolade mit ihrer vielseitigen Verwendungsmöglichkeit. Daß die Verarbeitung maschinell vor sich geht, ist selbstverständlich. Verf. hebt die Mannigfaltigkeit der in den Verarbeitungsgang eingeschalteten Maschinen hervor, die in der Verschiedenartigkeit der Arbeitsweisen der einzelnen Schokoladenfabriken begründet ist. Jede Kakaopulver- und Schokoladenfabrik gibt ihren Erzeugnissen einen eigenen Geschmack; wie das erreicht wird, ist Fabrikationsgeheimnis! Art und Mischungsverhältnisse der Rohstoffe und vor allem die Zusätze von Zucker und zuckerhaltigen Stoffen, von Honig, Milch, Früchten, Gewürzen usw. ergeben eine unerschöpfliche Mannigfaltigkeit der Kakaoerzeugnisse.

Der Gehalt der Kakaobohnen an Theobromin, einem Alkaloid, stempelt den Kakao zu einem Genußmittel, das mit Kaffee, Tee, Mate und Kolanuß zu einer Gruppe zusammengefaßt wird. Unangenehme Begleiterscheinungen treten bei Genuß von Kakao nicht auf, wie es bei starkem Genuß von Kaffee oder Tee der Fall sein kann; mit Recht wird hervorgehoben, daß bei Kakao hygienische Bedenken überhaupt ausscheiden. Daran wird auch dadurch nichts geändert, daß Kakao neben durchschnittlich 1,50% Theobromin 0,17% Koffein enthält.

Kakao und Kakaoerzeugnisse sind mehr als Genußmittel, sie sind Lebensmittel im wahrsten Sinne des Wortes und werden als solche im Gesetz gewertet. Kakaomasse enthält 11—20% Eiweißsubstanz, 55% Fett als Kakaobutter, die mit einem Schmelzpunkt von 34° C zu den leicht verdaulichen Fetten gehört; selbst stark entöltes Kakaopulver soll noch mindestens 10% Fett enthalten. Der Nährwert der Kakaoerzeugnisse, und damit der Sättigungswert, wird durch die Zusätze von Milch, Zucker, Nüssen usw. noch weiter erhöht. Hinzu kommt, daß sie äußerst günstig auf die Bildung der Magensäfte einwirken, in dieser Beziehung dem Kaffee und dem Tee weit überlegen sind. Wenn ein Vitaminreichtum des Kakaos hervorgehoben wird, so trifft das nicht zu; Vitamin A ist in geringer Menge, die Vitamine B_1, B_2 und C sind nicht gefunden worden. Dagegen ist der Vitamin D-Gehalt in den Kakaoschalen recht beachtenswert; es konnte festgestellt werden, daß Viehfütterung mit Kakaoschalen den Gehalt der Kuhmilch an Vitamin D erheblich erhöhte. Die Vielseitigkeit in der Verwendungsmöglichkeit des Kakaos hat dieses Lebensmittel auch Eingang finden lassen in die Diätetik und Krankenernährung, vor allem auch in der Ernährung der Kinder.

Wer sich eingehend mit irgendwelchen Fragen aus dem Gesamtgebiet der Kakaoerzeugnisse beschäftigen will oder muß, seien es nun Fragen biologischer, technischer oder juristischer Art, wer sich über die Bedeutung des Kakaos in der Weltwirtschaft unterrichten will, der greife nach dem Buch von Fincke, das ihm die Antwort nicht schuldig bleiben wird. K. Ludwigs.

Herausgeber und verantwortlicher Redakteur: Fritz Süffert, Berlin W 9.
Verlag von Julius Springer in Berlin W 9. — Druck der Spamer A.-G. in Leipzig.

Akustik. Redigiert von Professor Dr. **F. Trendelenburg,** Berlin. („Handbuch der Physik", Band VIII.) Mit 252 Abbildungen. X, 712 Seiten. 1927.
RM 52.65; gebunden RM 54.81

Inhaltsübersicht: Definitionen. Allgemeine Literaturangaben. Von F. Trendelenburg, Berlin. — I. Theorie akustischer Schwingungen: Elementare Schwingungslehre. — Schwingungen von Punktsystemen. — Schwingungen räumlich ausgedehnter Kontinua. Von H. Backhaus, Berlin. — II. Erzeugung akustischer Schwingungen: Schallerzeugung mit mechanischen Mitteln. Von A. Kalähne, Danzig-Oliva. — Elektrische Schallsender. Von H. Lichte, Berlin-Lankwitz. — Thermische Schallerzeugung. Von J. Friese, Breslau. — Musikinstrumente und ihre Klänge. Von C. V. Raman, Kalkutta. — Musikalische Tonsysteme. Von E. M. von Hornbostel, Berlin. — Physik der Sprachlaute. Von F. Trendelenburg, Berlin. — III. Empfang, Messung und Umformung akustischer Energie: Das Gehör. Von E. Meyer, Berlin. — Umwandlung des Schalls in andere Energieformen. Von H. Sell, Berlin-Siemensstadt. — Akustische Meßmethoden. Von F. Trendelenburg und E. Lübcke, Berlin-Siemensstadt. — IV. Ausbreitung akustischer Schwingungsvorgänge: Schallgeschwindigkeit. Schallausbreitung. Von E. Lübcke, Berlin-Siemensstadt. — Raumakustik. Von E. Michel, Hannover. — Sachverzeichnis.

Einführung in die Mechanik und Akustik. Von Dr.-Ing. e.h. **R. W. Pohl,** Professor der Physik an der Universität Göttingen. Zweite, verbesserte Auflage. (Band I der „Einführung in die Physik".) Mit 440 Abbildungen, darunter 14 entlehnte. VIII, 251 Seiten. 1931. Gebunden RM 15.80

Die „Mechanik und Akustik" von Pohl, der erste Teil seiner Vorlesungen über Experimentalphysik, bedeutet für die physikalische Lehrbuch-Literatur eine der wertvollsten Bereicherungen, die sie seit langem erfahren hat. Das Buch ist in jeder Beziehung ein überaus erfreuliches Novum, es geht einen neuen Weg und bringt auf diesem Wege eine erstaunliche Fülle wertvoller Anregung — nicht nur für den Lernenden, sondern, und das vielleicht noch mehr, für den Lehrenden. Man kann, ohne sich einen besonderen Weitblick zuschreiben zu dürfen, schon jetzt sagen, daß sich dieses Buch bald in der Hand jedes Physiklehrers und in jeder Lehrerbibliothek finden wird. Für jeden, der sich selber mit der Darstellung des physikalischen Lehrstoffes beschäftigt, ist es obendrein von hohem Interesse, zu sehen, wie Pohl bei der Auswahl des Stoffes verfährt, wie er ihn disponiert und wie er das, was daraus zu lernen ist, formuliert . . . Pohls Lehrmethode ist ganz und gar auf Anschauung und Anschaulichkeit eingestellt. Es ist ein wahres Vergnügen, zu sehen, wie er sie in den Vordergrund stellt . . . Ganz besondere Anerkennung verdienen die Abbildungen, sie bilden fast für sich allein ein Lehrbuch . . . *„Die Naturwissenschaften"*

Klänge und Geräusche. Methoden und Ergebnisse der Klangforschung. — Schallwahrnehmung. — Grundlegende Fragen der Klangübertragung. Von Dr. phil. **Ferdinand Trendelenburg,** Abteilungsleiter im Forschungslaboratorium der Siemens-Werke, a. o. Professor an der Universität Berlin. Mit 154 Abbildungen. VIII, 235 Seiten. 1935. RM 24.—; gebunden RM 25.80

Inhaltsübersicht: 1. Einleitung. — 2. Akustische Grundbegriffe. — 3. Untersuchungsmethoden. — 4. Sprachklänge. — 5. Klänge von Musikinstrumenten. — 6. Geräusche. — 7. Klangsynthese. Elektrische Musik. — 8. Subjektive Wahrnehmung von Schall. — 9. Sonderfragen der Klangübertragung. — Sachverzeichnis.

Amusie. Studien zur pathologischen Psychologie der akustischen Wahrnehmung und Vorstellung und ihrer Strukturgebiete besonders in Musik und Sprache. Von **Erich Feuchtwanger,** München. („Monographien aus dem Gesamtgebiete der Neurologie und Psychiatrie", Band 57.) V, 295 Seiten. 1930. RM 23.40

VERLAG VON JULIUS SPRINGER IN BERLIN

Handbuch der Kakaoerzeugnisse

Ihre Geschichte, Rohstoffe, Herstellung, Beschaffenheit Zusammensetzung, Anwendung, Wirkung, gesetzliche Regelung und Zählberichte

dargestellt für

Gewerbe, Handel und Wissenschaft

Von

Dr. phil. **Heinrich Fincke**

Lebensmittelchemiker, Leiter des Chemischen Laboratoriums der Gebrüder Stollwerck A.-G., Köln

Mit 162 Abbildungen, 62 Zahlentafeln

1 Kakao-Farbenbestimmungstafel und 1 Weltkarte. XVI, 568 Seiten. 1936

Gebunden RM 55.—

Inhaltsübersicht:

Einleitung. — **I. Die Geschichte des Kakaos.** — **II. Die Rohstoffe der Kakaoerzeugnisse.** Der Kakao. — Die Zuckerarten. — Die übrigen Rohstoffe. — **III. Die Herstellung der Kakaoerzeugnisse.** Allgemeines. — Die Maschinen und Betriebseinrichtungen. — Die Erzeugnisse. — **IV. Die Chemie und die Eigenschaften der Kakaoerzeugnisse und ihrer Bestandteile.** Allgemeines. — Die chemischen Einzelbestandteile. — Die Beschaffenheit und Zusammensetzung der wichtigsten Kakaoerzeugnisse. — Die Beschaffenheit, Zusammensetzung und Verwertung der Kakaoschalen, Kakaokeime und sonstigen Kakaoabfälle. — Die Warenmängel der Kakaoerzeugnisse und deren Verhütung. — **V. Die Wirkung der Kakaoerzeugnisse auf den menschlichen Körper und ihre Bedeutung als Nahrungsmittel.** Allgemeines über das Verhältnis der Genußmittel zu den Nahrungsmitteln. — Die allgemeine Stellung der Kakaoerzeugnisse im Rahmen unserer Lebensmittel. — Die Bedeutung und das Verhalten der Einzelbestandteile der Kakaoerzeugnisse in physiologischer Hinsicht. — Verschiedene Einzelfragen. — Der Wert der Kakaoerzeugnisse als Lebensmittel, ihre Verbrauchsart und Verbrauchsmenge und ihre jetzige und zukünftige Bedeutung für die deutsche Ernährung. — **VI. Sinnliche, physikalisch-chemische und mikroskopische Untersuchungen.** Die allgemeinen Untersuchungsverfahren. — Die Untersuchung von Kakaorohbohnen und Kakaokernbruch. — Die Untersuchung von Kakaobutter und Schokoladenfetten. — Die Untersuchung von Kakaomasse, Kaoaopulver, Schokoladen und Pralinen. — Die Betriebsüberwachung. — **VII. Die gesetzlichen Vorschriften über Kakaoerzeugnisse und die staatliche Einordnung ihrer Industrie.** Die deutschen Gesetze und Verkehrsbestimmungen über Lebensmittel, insbesondere über Kakaoerzeugnisse und Zuckerwaren. — Die Einordnung der deutschen Kakao- und Schokoladenindustrie in die gewerbliche Wirtschaft, den Reichsnährstand und die Arbeitsfront. — Die gesetzlichen Vorschriften über Kakaoerzeugnisse in Österreich. — Die gesetzlichen Vorschriften über Kakaoerzeugnisse in den anderen Staaten. — Die zwischenstaatlichen Begriffsbestimmungen für Kakao und Schokolade. — **VIII. Zählberichterstattung über die Erzeugung, den Verbrauch und die Verarbeitung von Rohkakao.** Die Verhältnisse im Welthandel. — Der Kakaohandel Deutschlands. — Die deutsche Kakao- und Schokoladenindustrie und ihre Erzeugung. — Anhang: Die Kakaozölle und die Kakaozollrückvergütung in Deutschland. — **IX. Erdkundliches und Rohkakaosorten-Verzeichnis.** — **X. Namenverzeichnis.** — **XI. Sachweiser.** — **XII. Anlagen.**

VERLAG VON JULIUS SPRINGER IN BERLIN

Sämtliche in diesem Heft besprochenen oder angezeigten Bücher sind durch alle Buchhandlungen zu beziehen.

Für den Textteil verantwortlich: Fritz Süffert in Berlin W 9; für den Anzeigenteil: Albert Meyer in Berlin-Steglitz, Kühlebornweg 5. DA. II. Vj. 3550. — Pl. 4. — Druck der Spamer A.-G. in Leipzig. — Verlag von Julius Springer in Berlin W 9. — Printed in Germany.